RECUPERAÇÃO DE FLORESTAS E ÁGUAS EM AMBIENTES URBANOS:

Projeto Izidora, Belo Horizonte – Brasil

• 2024 •

Ricardo Motta Pinto-Coelho
EDITOR

RMPC
MEIO AMBIENTE SUSTENTÁVEL

RECUPERAÇÃO DE FLORESTAS E ÁGUAS EM AMBIENTES URBANOS:

RECUPERAÇÃO DE FLORESTAS E ÁGUAS EM AMBIENTES URBANOS:

Projeto Izidora, Belo Horizonte – Brasil

• 2024 •

RECUPERAÇÃO DE FLORESTAS E ÁGUAS EM AMBIENTES URBANOS:
Projeto Izidora, Belo Horizonte - Brasil

Editor
Ricardo Motta Pinto Coelho

Projeto da Capa
Cézar Costa

Diagramação / Revisão
Ricardo Motta Pinto Coelho

Revisão dos Resumos (abstracts) - em Inglês
Sofia Pinto Coelho

Revisão de Português
Mairi Letícia Santos de Meneses

Impressão
Koloro Indústria Gráfica

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Recuperação de florestas e águas em ambientes urbanos : Projeto Izidora, Belo Horizonte : Brasil / editor Ricardo Motta Pinto Coelho. -- Belo Horizonte, MG : RMPC - Meio Ambiente Sustentável, 2024.

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-982738-1-1

1. Áreas degradadas - Recuperação 2. Biodiversidade - Conservação 3. Florestas - Preservação 4. Meio ambiente - Conservação - Proteção I. Coelho, Ricardo Motta Pinto.

24-197741 CDD-634.956

Índices para catálogo sistemático:

1. Áreas de preservação permanente : Restauração ecológica : Ciências florestais 634.956

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Maria Pequena

Uma Maria entre nós
uma imensidão de Maria
Maria cozinheira
Maria companheira
e o Benzinho da Maria
Maria, escuta o Doutor Luizinho
Maria, cuida da Dona Maria
e o almoço da família?
É com a Maria
Os pequenos, quem cuida?
É a Maria
Maria de todos os Santos
até na Suíça a Maria esteve
voltou craque no pão-de-queijo com Roquefort
Maria se foi
foi encontrar com o Bom Jesus
e o Amparo ela encontrou
virou filha de Dona Maria
irmã de todos nós.
Viva Maria!

Dedico esse livro "*In memoriam*" à Maria dos Santos Vidal, uma mulher negra, como muitas que eu conheci na Ocupação Vitória. A Maria foi acolhida em nossa família ainda menina. Com os anos, ela se transformou em nossa irmã, muitas vezes atuou como nossa segunda mãe. Com seu amor infindável, ela se transformou na nossa inesquecível "Maria Pequena", uma das mulheres mais completas e sábias que já conheci. Ao lado, um texto da minha irmã, Fátima Pinto Coelho

Prefácio

Um novo livro deve ser sempre celebrado como uma valiosa contribuição para o avanço do nosso processo civilizatório, ainda mais quando é fruto do resultado de uma iniciativa tão cheia de significados, como é o caso do “Projeto Izidora”. Selecionado no edital "Águas Brasileiras", lançado em 2020 pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, o edital visava selecionar propostas de empresas da área do meio ambiente voltadas à recuperação ambiental de bacias hidrográficas. Mas propostas que fossem além dos necessários estudos ambientais e pudessem entregar resultados efetivos e concretos às comunidades priorizadas. No fundo, um grande incentivo ao empreendedorismo verde.

Ao tomar conhecimento do edital, ainda em 2020, o prof. Ricardo Motta Pinto Coelho, com sua enorme capacidade de articulação, reuniu um grupo de pesquisadores de universidades mineiras para elaborar uma proposta com reais chances de ser ganhadora. A ideia da proposta foi da profa. Maria Rita Scotti, do Grupo Gera, da UFMG, que logo ganhou a simpatia do grupo. O objetivo foi então trabalhar com a recuperação de florestas, rios e nascentes na bacia de um córrego que flui dentro de uma grande ocupação urbana, na bacia do córrego Izidoro, na região metropolitana de Belo Horizonte.

Em março de 2020, a proposta foi selecionada no edital “Águas Brasileiras”. Em julho de 2021, a empresa RMPC foi procurada pelo Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal – FSA, que demonstrou interesse em “adotar” o projeto. Após uma agenda conjunta de trabalho, a proposta original foi adequada aos requisitos do FSA e o Acordo de Cooperação Financeira - ACF 209/2021, foi assinado 1 de dezembro de 2021.

E o porquê da bacia do Izidoro Pela sua grande importância para a cidade de BH, com uma área de drenagem de aproximadamente de 55 km², o que corresponde a cerca de 20% do município. Ali, existem 64 córregos e 280 nascentes. No alto e médio curso, está a região mais urbanizada, enquanto no baixo curso predominam fazendas e chácaras, além de algumas áreas preservadas. É neste baixo curso que está inserida a área de estudos, que compreende a bacia hidrográfica do Córrego de Macacos. Esse córrego, com aproximadamente 1.700 m de extensão, é o principal curso hídrico que

nasce na bacia Isidoro e sofre os impactos de duas ocupações: Esperança e Vitória, onde vivem cerca de 13 mil pessoas.

Dos 45 bairros que fazem parte da região administrativa norte, 16 fazem divisa direta com a região do Isidoro, em áreas de ocupação já consolidada. Ao Norte, a região limita-se com o município de Santa Luzia. Apesar de toda essa ocupação, a bacia do Izidoro é uma das últimas fronteiras de expansão urbana de Belo Horizonte. Nela, existe a maior porção de terra não-parcelada contínua existente na Região Norte do Município, com cerca de 9,5 Km². Toda essa região está atualmente ameaçada pela pressão por ocupação humana e tem sofrido com várias invasões. Atualmente, existem quatro ocupações nessa região: Esperança, Rosa Leão, Helena Greco e a maior delas, a Ocupação Vitória.

Mas a região não é conhecida apenas pelas suas tensões sociais. Exatamente no trecho final dessa bacia, o médico Hugo Werneck fundou, em 1923, criou o Sanatório Werneck, que era muito procurado por pessoas portadoras da tuberculose. Nesse mesmo período, é iniciada a construção da estrada que liga Santa Luzia a Belo Horizonte, o que lançou as bases para uma rápida ocupação de toda a região. A Mata do Isidoro (Granja Werneck), com 950 hectares, apresenta um grande potencial para se tornar um dos maiores parques urbanos do mundo, superando em duas vezes o tamanho do parque Cidade Dona Sarah Kubitschek (420 ha), localizado em Brasília (DF), que é considerado o maior do mundo. O antigo sanatório Werneck pertence hoje à "Casa de Francisco", uma fundação vinculada à Arquidiocese de Belo Horizonte e à Providens-Ação Social Arquidiocesana.

A escolha do nome "Izidora" para o projeto me chamou a atenção. E foi interesse saber que atendeu a uma sugestão das líderes comunitárias Paulinha e Renata, no sentido que fosse feita uma homenagem à escrava alforriada, a Izidora, que teria dado o primeiro nome ao ribeirão em questão. Habitantes mais antigos do vizinho Quilombo Mangueiras confirmaram a existência da Izidora.

O projeto Izidora enquadrou-se perfeitamente na ideia do edital. O projeto foi também exitoso em atrair universidades e conseguiu, por meio de um convênio com a FUNDEP/UFMG, contratar os préstimos de docentes com seus grupos de pesquisa. Merece destaque especial o Grupo Gera, da UFMG, uma rede de pesquisadores que

envolve a Escola de Arquitetura, Escola de Engenharia e o ICB. Outros docentes da UNIFEI, UEMG e PUC-MG acabaram se agregando ao projeto.

As entregas do projeto são muito expressivas, principalmente a recomposição de florestas ripárias em quatro tributários que atravessam a comunidade. Inicialmente, eram micro vales cobertos de lixo e infectados por esgotos. E, por meio de ações socioambientais, intensos diálogos, incontáveis reuniões e muito trabalho em campo, a equipe do projeto conseguiu recriar um ambiente florestal, que hoje já pode ser desfrutado pela comunidade. Por outro lado, as intervenções na drenagem, as medidas de proteção de nascentes e a entrega de um conjunto de fossas ecológicas, as TeVAPs, constituíram um conjunto de entregas festejado pela comunidade! Tudo isso está bem descrito nos diferentes capítulos desse livro, que traz resultados de vários estudos nas áreas de geologia, pedologia, geomorfologia, saneamento, botânica, ecologia e limnologia, além de descrever as várias socioambientais realizadas. Finalmente, o projeto também foi capaz de realizar um dos maiores programas de monitoramento de águas urbanas que a cidade de Belo Horizonte já teve. O capítulo 12 do livro descreve com detalhes as principais realizações do projeto e as perspectivas do futuro.

Pela sua grandeza, o Projeto Izidora trouxe grandes desafios para o seu coordenador. Inicialmente, foi necessário obter o aval da família Werneck, proprietária área das ocupações, para que as intervenções físicas pudessem acontecer. Outro grande desafio foi trabalhar dentro da ótica de um banco estatal, com o cumprimento de metas e atividades que, normalmente, não são típicas do ambiente dos docentes e pesquisadores universitários, o que exigiu empenho e uma grande capacidade de articulação de toda a equipe.

Um terceiro aspecto de destaque, que me foi relatado, é que ao chegarem à comunidade, os membros do projeto encontraram um cenário com uma uma tênue presença do estado. Não havia qualquer tipo de saneamento; não havia luz da Cemig; infraestrutura urbana, tal como escolas e rede viária, coleta de lixo, etc. Através de uma série de reuniões na PBH, Cemig, Copasa, etc., pouco a pouco, a equipe do projeto foi capaz de atrair esses serviços para a comunidade. Assim, a rede de esgotos está quase completa, a maioria das residências foi eletrificada e a PBH acena com um grande projeto na área, com o apoio da ONU Habitat.

Dessa forma, o Projeto Izidora catalisou muitas ações. Um exemplo desses sinergismos aconteceu em 22 de setembro de 2023, quando o então prefeito Fuad Noman, realizou uma cerimônia para a sanção da lei estadual que viabiliza a regularização fundiária da Ocupação Izidora. A legislação transfere a posse do terreno, onde está a ocupação, para a Prefeitura, o que permitirá que o município possa atuar na urbanização de uma área equivalente a 1,5 milhão de metros quadrados, onde vivem 13 mil pessoas!

Belo Horizonte, 21 de março de 2024

Prof. Dr. Evaldo F. Vilela

Nota do editor

O Prof. Evaldo F. Vilela possui uma das mais destacadas trajetórias acadêmicas dentre os cientistas brasileiros. É agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa. Possui mestrado em Entomologia pela ESALQ/USP e o doutorado em Ecologia Química, pela University of Southampton, UK. Foi professor Titular na UFV, onde também ocupou o cargo de reitor. Desenvolveu estudos e estágios em várias universidades do exterior. Atua como professor e pesquisador nas áreas de Agricultura, Entomologia, Ecologia Química e Controle Biológico e por Comportamento de Insetos. Orientou dezenas de alunos na graduação e pós-graduação. Publicou mais de cem artigos científicos referenciados internacionalmente, além de vários livros e capítulos de livros. Foi membro do Conselho Curador, Diretor de Ciência, Tecnologia e Inovação e Presidente (2015-2020) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG. Foi Secretário Adjunto de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado de Minas Gerais (2007-2014). É membro da Academia Brasileira de Ciências (ABC), da Academia Brasileira de Ciências Agronômicas (ABCA) e do Fórum do Futuro, fundado por Alysson Paolinelli. Pesquisador 1A do CNPq até 2014. Foi Presidente do CNPq e atuou e ainda atua em dezenas de comissões nas principais agências e fundações de fomento à pesquisa do Brasil. Atualmente, é Pesquisador Visitante da ESALQ USP, bolsista da FASPESP e Membro Gestor do *Sustainable Tropical Agriculture Center*, da USP.

Ponto 7-B (Nascente N3 –B) antes, durante e após as intervenções

Recuperação de florestas e águas em ambientes urbanos: Projeto Izidora, Belo Horizonte – Brasil

Índice

			KB			
	Conteúdo	**Enviado**	**DOC**	**PDF**	**Num. Págs.**	**PG**
AL	**Apresentação do livro** *Ricardo M. Pinto-Coelho*	10/02/24				15
AA	**Apresentação dos autores** *Ricardo M. Pinto-Coelho*	05/02/24	25	250	3	22
Cap. 01	**Persistência e Resiliência: A Jornada da Ocupação Vitória rumo à Moradia Digna** *Alysson Armondes*	31/12/23	38	264	20	25
Cap. 02	**A Região de Estudos: o Meio Físico e o Espaço Humano.** *Eliane Maria Vieira, Gustavo de Oliveira Dias & Pedro Almeida de Souza*	02/08/23	5358	1683	24	40
Cap. 03	**O Papel das Macrófitas na Depuração de Águas Contaminadas por Esgotos: Córrego Macacos, Belo Horizonte (MG).** *Ricardo Motta Pinto-Coelho, Luis Alberto Sáenz Isla & Eliane Vieira*	20/12/23	4759	1798	35	62
Cap. 04	**Recuperação de Nascentes Urbanas da Ocupação Vitória/Belo Horizonte: Floresta Ripária.** *Arthur Antão, Izabel Nair Rosa Santos, Maria Thereza Fonseca, Hugo Luiz Martins De Paula, Gabriel Pereira dos Santos, Amanda La Corte de Carvalho Costa, Carlos Eduardo Araújo de Almeida, João Gabriel Nobre de Melo, Lucas Marinho da Silva, Maria Clara Lage Ferreira, Reisila S. Migliorini Mendes & Maria Rita Scotti*	11/12/23	8870	2250	30	96
Cap. 05	**Recuperação Ambiental Sustentável e Requalificação Urbana na Ocupação Vitória** *Maria Thereza Fonseca, Maria Manoela Gimmler Netto, Hugo Luiz Martins De Paula, Gabriel Pereira dos Santos, Amanda La Corte de Carvalho Costa, Carlos Eduardo Araújo de Almeida, Maria Clara Lage Ferreira, Lucas Marinho da Silva, Resilia S. Migliorini Mendes &Maria Rita Scotti.*	12/12/23	8677	2058	23	126
Cap. 06	**Dinâmica Hidrossedimentológica em Espaço Urbano: Estudo da Recuperação de Nascentes e Drenagens na Ocupação Vitória, Belo Horizonte - MG.**	05/02/24	53521	3937	36	148

	Gabriel Pereira dos Santos, Maria Julia de Castro Morais, Maria Thereza Fonseca, Hugo Luiz Martins de Paula, Luis Alberto Sáenz Isla, Eliane Maria Vieira, Marcelo Antônio Nero & Maria Rita Scotti					
Cap. 07	**Saneamento Ambiental e as Ocupações na Bacia do Izidoro**. *Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende*	31/7/23	6854	1363	35	184
Cap. 08	**O Esgotamento Sanitário no Projeto Izidora: Tratamento Alternativo com Tanques de Evapotranspiração.** *Luis Alberto Sáenz Isla, Ricardo Motta Pinto-Coelho, Alvânio Ricardo Neiva Júnior & Elielder Pereira da Silva*	30/1/24	86003	3832	20	202
Cap. 09	**Estudo dos Indicadores de Qualidade do Solo para a Recuperação de Nascentes em Região de Cerrado Mineiro.** *Reisila S. Migliorini Mendes e Maria Rita Scotti Muzzi*	20/12/23	1244	741	22	232
Cap. 10	**Recuperación Ambiental de Ríos Urbanos: Río Medellín. Medellín – Colombia.** *Juan Carlos Jaramillo-Londoño*	28/7/23	8741	910	15	255
Cap. 11	**Projeto Izidora: Histórico, Desenvolvimento, Principais Produtos e Desafios para o Futuro.** *Ricardo Motta Pinto-Coelho*	31/12/23	16273	2752	38	269
GL	**Glossário**	10/02/24	38	284	10	306
SG	**SIGLAS**	5/02/24	21	169	1	318
LG	**Logomarcas dos Parceiros**	5/02/24	350	268	1	319
	MEMORIA OCUPADA EM KB **TOTAL DE PÁGINAS**		200053			320

Recuperação de florestas e águas em ambientes urbanos: Projeto Izidora, Belo Horizonte – Brasil

APRESENTAÇÃO DO LIVRO

Por Ricardo Motta Pinto-Coelho

Coordenador do Projeto Izidora (ACF 209/21)

Esse livro sintetiza os resultados de um projeto ambiental, com foco na recuperação conjunta de florestas e suas múltiplas águas, em uma área carente, situada na periferia de uma grande metrópole brasileira. O Projeto Izidora concentrou suas atividades em uma comunidade onde vivem 4.500 famílias, a Ocupação Vitória, situada na região conhecida como Granja Werneck, zona oeste de Belo Horizonte (MG). O projeto é inovador porque envolve a formação e capacitação de empreendedores especializados em recuperação de águas e florestas, em áreas que apresentam grandes desafios, sejam eles logísticos ou ambientais. O projeto inova também porque todas as suas entregas foram negociadas previamente e a condução dos trabalhos foi sempre articulada com os representantes comunitários.

A iniciativa foi capaz de trazer uma série de benefícios diretos a centenas de famílias com múltiplas carências que podem ser medidos seja na formação de novas florestas, seja na melhoria da qualidade de água ou na oferta de soluções de tratamento de esgotos domésticos, tudo isso ao longo de cursos de águas que atravessam a ocupação.

O Projeto Izidora resulta de uma parceria entre empresas privadas especializadas que trabalharam em conjunto com a competência acadêmica de universidades públicas e privadas. A iniciativa foi financiada pelo Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal, através do Acordo de Cooperação Financeira ACF 209/21.

O livro traz as contribuições de 21 autores e coautores, com diferentes especialidades e formações acadêmicas, contribuições essas distribuídas em 11 capítulos. Esse vasto conteúdo aborda temas que variam do resgate histórico da Ocupação Vitória, passam por uma descrição detalhada da área de estudos, ambiente físico e biótico, bem como descrevem os principais impactos ambientais existentes.

O projeto Izidora foi um projeto de execução complexa, pois envolveu a montagem de uma equipe multidisciplinar, a contratação de vários prestadores de serviços, a geração de produtos tipicamente acadêmicos, ao lado da entrega de serviços e obras na comunidade. Além disso, o projeto priorizou o contato, o diálogo permanente com a comunidade e para isso uma série de atividades e estudos socioambientais foram também conduzidos. O livro também dá ênfase às entregas realizadas e aborda as condições sociais principalmente com foco nas condições de saneamento. O projeto Izidora conseguiu trazer uma série de benefícios para a comunidade. Essas entregas foram objeto de pelo menos cinco capítulos (Cap 4,5,6, 8 e 11).

O **Cap 1**, escrito pelo cientista social Alysson Armondes, é, na realidade, um resgate das vozes da comunidade. O capítulo traz um relato histórico da ocupação, das lutas e dos desafios enfrentados pelos moradores, relato esse obtido a partir das contribuições das lideranças comunitárias e moradores. O leitor verá que a comunidade tem uma longa história de lutas e de resistência contra interesses voltados à especulação imobiliária e políticas públicas inadequadas. Um ponto a ser destacado aqui é a decisão da comunidade em adotar um projeto alternativo de urbanização que envolve mais respeito ao meio ambiente, menos asfalto e concreto.

No **Cap. 2,** foram avaliadas as alterações ocorridas ao longo do tempo na região do Izidora, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte em Minas Gerais, compreendendo a Ocupação Vitória, a bacia de drenagem do córrego Macacos e algumas propriedades do entorno (Casa de Francisco e as Fazendas Werneck e do Grupo EPA). O estudo descreve a composição dos solos, as principais alterações ambientais ocorridas durante o processo de ocupação humana, a partir de 2013. Foram identificados os principais focos erosivos e os focos de desmatamento.

Após o estabelecimento da ocupação, a topografia do terreno foi alterada, com as intervenções para o estabelecimento das ruas e das edificações. O escoamento das águas de chuva que antes da ocupação eram direcionadas para os cursos d'água na região, passam a desenvolver outros trajetos, principalmente seguindo as ruas abertas, onde acumulam-se focos erosivos ou sedimentos, que muitas vezes invadem as residências localizadas nas áreas mais baixas do terreno.

Observou-se que até o ano de 2013 os usos do solo permaneceram predominantemente nas categorias "vegetação" e "solo exposto". Já, a partir do ano de 2014, a área urbana apresenta uma forte tendencia de crescimento para as direções norte, noroeste, leste e sudoeste da bacia. A região com maior potencial erosivo na bacia do córrego Macacos é a área da Ocupação Vitória e as regiões de solo exposto. Este potencial cresce na medida em que se remove a vegetação natural. O capítulo ainda sugere medidas que busquem a recuperação da vegetação ou intervenções que promovam o retorno do fluxo para o leito dos rios e ações de contenção de sedimentos que podem melhorar a situação ambiental e diminuírem os riscos ambientais a que a comunidade da Ocupação Vitória vem sendo exposta de modo crescente.

O **Cap. 03** procura demonstrar os principais serviços ecológicos prestados por um biótopo extremamente importante, os brejos e as áreas alagadas. Os brejos são normalmente malvistos por uma parcela da sociedade que vê neles um repositório de problemas ligados à saúde pública e um obstáculo aos modelos vigentes de urbanização que preconizam a abertura das chamadas "avenidas sanitárias", com a crescente impermeabilização e o aumento da probabilidade de enchentes. O capítulo demonstra claramente que os brejos removem sedimentos em suspensão, boa parte do nitrogênio e fósforo e o que é mais importante, no caso de um espaço urbano ou periurbano: os brejos são muito eficientes para remover os coliformes fecais.

O **Cap. 4** analisa o impacto da Ocupação Vitória sobre a perda da vegetação de Mata Atlântica. Inicialmente foi avaliado o avanço do desmate ao longo da bacia do Ribeirão Macacos através do índice "*Normalized Difference Vegetation Index*" (NDVI). A perda da biodiversidade e outras mudanças na vegetação foram avaliadas através de um levantamento florístico das espécies arbóreas e herbáceas presentes nas quatro nascentes estudadas (N1, N2, N3 e N4), comparando-as a um trecho preservado, situado da Casa de Francisco. O estudo comprova que a maior perda de biodiversidade ocorreu nas áreas de sedimentação. Os resultados obtidos subsidiaram a seleção de espécies arbóreas e herbáceas para os procedimentos de recuperação da mata ciliar ao longo dos quatro córregos pré-selecionados.

O **Cap. 5** discute o processo de urbanização de Belo Horizonte e suas consequências para a expansão da cidade. Os modelos de ocupação informal que

existem no município, na região do Izidora e as possibilidades de uso do solo nestas regiões foram identificados. As análises foram feitas sob o entendimento da recuperação de nascentes, drenos e florestas urbanas, considerando o processo de ocupação ocorrido ao longo das nascentes e dos córregos que foram o foco das intervenções do Projeto Izidora. O capítulo termina propondo um modelo alternativo de urbanismo sustentável para a Ocupação Vitória.

O **Cap. 6** está centrado nas alterações nas condições físicas do relevo, sobretudo no que se refere aos aspectos hidrossedimentológicos ocorridos na Ocupação Vitória durante o de desmatamento. Foram apresentadas estimativas de movimentação de sedimentos e vazão da água nas quatro nascentes com variação de declividade. as alterações de fluxo hídricos nos principais tributários do córrego Macacos e a sua relação com o processo de desmatamento ocorrido na área.

O **Cap. 6** reforça os resultados do **Cap 2**, detalhado as alterações ocorridas no escoamento da água, detalhando as alterações dos trajetos nos padrões de escoamento das águas, com o avanço do desmate. As águas passaram a seguir pelas ruas abertas, e nos seus baixios nota-se, em vários anos, grande acúmulo de sedimentos. O estudo ainda demostra claramente os efeitos benéficos das intervenções feitas na drenagem que aliviaram os problemas de assoreamento e enchentes nas áreas mais baixas do terreno, bem como o papel dos brejos retendo os sedimentos (vide **Cap. 3**).

Os resultados apresentados no capítulo mostram a importância das intervenções feitas tanto nas drenagens, quanto a recomposição das matas ripárias, assim como construção das barragens e barreirinhas melhorando a condução/retenção das águas e dos sedimentos. Foi demonstrado que a dinâmica hidrossedimentológica no espaço urbano estudado necessita de manutenções voltadas à contenção destes sedimentos para que a dispersão se torne homogênea por toda extensão do sistema de drenagem.

O **Cap. 7** envolveu a elaboração de um diagnóstico setorial do saneamento (abastecimento de água, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, esgotamento sanitário e drenagem urbana), por meio de dados secundários e de uma pesquisa socioambiental com os moradores da ocupação. A partir desses dados, foi realizada uma análise de viabilidade legal, técnica e econômica para qualificar quais residências seriam aptas para receber o sistema individual de tratamento de esgoto Tanque de

Evapotranspiração (TEVap), sistema esse que foi escolhido pelo projeto, devido a sua simplicidade de implantação, manutenção e operação.

O **Cap. 8** relata o processo que levou ao Projeto Izidora pesquisar, avaliar as melhores alternativas, bem como instalar um conjunto de sistemas de tratamento de esgoto doméstico alternativo na Comunidade Vitória. O objetivo central foi o de averiguar se esses sistemas podem de fato reduzir o ingresso de contaminantes domésticos (excretas humanas) e ajudar na melhora da qualidade da água de um tributário do córrego Macacos (a nascente N1). O sistema, denominado de Tanque de Evapotranspiração (TEVap), foi criado nos EUA e posteriormente adaptado para o Brasil pela empresa pública EMATER-MG. O capítulo descreve não somente a instalação dos TEVaps nas moradias selecionadas, como também relata as atividades socioambientais realizadas antes e ao final das obras.

O **Cap. 9** permite comparar o trabalho de recuperação das nascentes feito na Ocupação Vitória com outros estudos similares. O estudo visou diagnosticar a causa da degradação de uma nascente em Conceição do Pará (MG) e a progressão da sua recuperação em comparação com uma outra nascente que foi recuperada há dez anos, localizada em Taquaruçu de Minas (MG), ambas no Cerrado de MG. O estudo demonstra que o excesso de micro porosidade e compactação decorrente da falta da vegetação são variáveis importantes para a recuperação de uma nascente. Dessa forma, o estudo das duas nascentes comprova e corrobora que o plantio de espécies arbóreas aumenta a eficiência para recuperar não só as nascentes, mas também os serviços ecossistêmicos da floresta ripária.

E recomendável que um projeto de recuperação de águas em ambientes urbanos seja contraposto a outras iniciativas similares. O **Cap. 10** traz os resultados de um longo processo de recuperação de um rio que corta uma grande metrópole latino-americana, a cidade de Medellin, na Colômbia. O capítulo inicialmente mostra como foi veloz o crescimento da cidade e da crescente degradação de suas águas. No entanto, essa situação começa a ser revertida, a partir da década de 80 quando uma série de ações coordenadas pelo Poder Público, em parceria com institutos e universidades de pesquisa, começa a produzir resultados de melhoria contínua das condições das águas que cortam o município. Um dos aspectos que mais chama a atenção nesse capítulo é a

capacidade dos gestores públicos e do ambiente acadêmico da cidade em manter um projeto por décadas a fio, com o objetivo final e imutável que é a completa restauração das águas urbanas daquela metrópole.

O **Cap. 11** faz uma síntese do projeto Izidora do ponto de vista do seu coordenador. O capítulo começa com uma contextualização histórica do projeto em si e continua com uma breve descrição da área do projeto e do seu entorno. A seguir, são apresentados os principais objetivos do projeto, bem como a sua da dinâmica de desenvolvimento. Essa dinâmica é demarcada por metas gerais que, por sua vez, são subdivididas em atividades específicas.

O texto fornece uma linha do tempo, onde o leitor será apresentado à sequência temporal de entregas de serviços e produtos ofertados à comunidade e ao agente financiador, a Caixa Econômica Federal. Em seguida, o capítulo descreve as principais ações do projeto. A avaliação final do projeto é iniciada com a apresentação dos seus principais impactos positivos, bem como com a lista dos principais desafios enfrentados. Finalmente, são apresentadas as considerações sobre o futuro do projeto, destacando o que é necessário ser feito para que as entregas do projeto não se percam no tempo.

Agradecimentos

A coordenação do projeto Izidora agradece à toda a equipe da Gerência Executiva de Governo Belo Horizonte – GIGOV, especialmente a Sra. Paula S. Marra Láguardia e o Sr. Bruno Cesar H. Falabella, coordenador que estiveram sempre dispostos a colaborar e não mediram esforços para tornar a nossa parceria a mais exitosa e frutífera.

O coordenador gostaria de agradecer também Dr. Luis Alberto Saenz Isla pelo companheirismo, pela sua presença constante, desde a fase de qualificação do projeto, pela sua dedicação, competência e o mais elevado senso de ética profissional.

Expresso um agradecimento especial à Profa. Dra. Maria Rita Scotti Muzzi, pela sua tenacidade em atingir os objetivos propostos, pela sua elevada competência profissional e por ter mobilizado uma equipe tão motivada, valente, capaz e profissional que enfrentou todos os obstáculos para atingir os objetivos propostos.

Agradeço ainda à Profa. Dra. Eliane Vieira pela participação ativa, pela sua disponibilidade e pela sua orientação prestada em assuntos ligados aos sistemas de georreferenciamento, à cartografia e a outros tópicos correlatos, em diferentes momentos do projeto.

Expresso meu reconhecimento ao cientista social Alysson Armondes, pela sua capacidade de articulação, pela sua presença em diversas situações que exigiram esse tipo de profissional.

Agradeço também à Dra. Eng. Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende pela elaboração dos estudos sobre as condições de saneamento da Ocupação Vitória e pela sua ajuda nos trabalhos de pesquisa socioambiental em campo.

Minha gratidão ao agrônomo Vinícius Augusto da Silveira Vieira pela sua colaboração e competência profissional, tendo ele conseguido, em tempo recorde, todas as licenças/dispensas de licenciamento necessárias para o início das intervenções.

Nossos agradecimentos aos doutores, docentes e pesquisadores universitários Priscilla Macedo Moura, Juni Silveira Cordeiro, Maria Manoela Gimmler Netto, Reisila Simone Migliorini Mendes e Marcelo Antonio Nero pela atuação em diferentes etapas do projeto.

Agradecemos aos Srs. Elienai Fernandes Leite e Ronan Fernandes Leite, dirigentes da empresa Autovans Locação Transporte e Serviços Eireli Ltda. A empresa realizou dezenas de viagens à comunidade, com pontualidade, segurança, sempre demonstrando profissionalismo e seriedade para com toda a nossa equipe de trabalho.

Finalmente, nossos agradecimentos às secretarias Blenda Áurea Alkimim Madeira e Juliana de Paula Sales Silva pelo desempenho profissional e pela dedicação ao Projeto Izidora.

Recuperação de florestas e águas em ambientes urbanos: Projeto Izidora, Belo Horizonte – Brasil

Apresentação dos Autores

1- Albânio Ricardo Neiva Júnior
Engenheiro
MAIS AMBIENTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

2- Alysson Armondes da Costa
Cientista Social
AAC SOCIOAMBIENTAL

3- Arthur Antão
Curso de Ciências Biológicas da UFMG

4- Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende
Engenheira civil, mestre e doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG).Diretora da INTERPLAN PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO LTDA.

5- Carlos Eduardo Araújo de Almeida
Curso de Ciências Biológicas da UFMG

6- Elielder Pereira da Silva
Engenheiro
MAIS AMBIENTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA

7 - Gabriel Pereira dos Santos
Curso de Geografia UFMG.

8 - Hugo Luiz Martins De Paula
Curso de Ciências Socioambientais da UFMG.

***9*- João Gabriel Nobre de Melo**
Curso de Ciências Biológicas da UFMG.

10- Luis Alberto Sáenz Isla

Engenheiro de Pesca/Aquicultura (UNALM, Lima-Peru), mestre em Aquicultura/Ecotoxicologia de ambientes aquáticos (UFSC) e doutor em Ecologia (UFMG). Pós-doutorado em Recuperação de áreas degradadas (CAPES/PRINT-UFMG). Consultor ambiental especialista em contaminação aquática e Recuperação de áreas aquáticas degradadas.

11- Lucas Marinho da Silva
Curso de Ciências Biológicas da UEMG.

12 - Maria Clara Lage Ferreira
Arquiteta. Mestrado do Programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG.

13- Maria Julia de Castro Morais
Depto de Geografia /UFMG. Formação: Curso de Geografia

14- Maria Thereza Fonseca
Arquiteta. Mestrado do Programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG.

15- Profa. Dra. Eliane Maria Vieira
Engenheira Agrimensora, mestre, doutora
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ (CAMPUS ITABIRA).

16- Prof. Dr. Juan Carlos Jaramillo-Londoño
Biólogo, M. Sc. y Doctor en Biología de la Universidad de Antioquia
Profesor Titular, Programa de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingenierías
Investigador, Grupo de Investigaciones y Mediciones Ambientales (GEMA)
UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN-COLOMBIA.

17- Prof. Dr. Marcelo Antonio Nero
Professor Depto Cartografia do IGC/UFMG. Formação: Engenharia cartográfica UNESP, Mestrado e doutorado em Engenharia de Transporte USP, Pós-doutorado University of Jaén, UJAEN, Espanha.

18- Profa. Dra. Maria Manoela Gimmler Netto
Arquiteta e Urbanista. Professora do PACPS e PUC Minas. Mestrado e doutorado pelo Programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG

19- Profa. Dra. Maria Rita Scotti Muzzi
Professora do departamento de Botânica/ ICB/UFMG. Mestrado e Doutorado em Microbiologia do Solo (UFMG e UFRJ). Pós-doutorado nas Universidades de Lisboa (Portugal) e Salamanca (Espanha).

20- Profa. Dra. Reisila S. Migliorini Mendes
Bióloga, mestre e doutora em Biologia Vegetal – UFMG
Professora na UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS - UEMG – CAMPUS DE IBIRITÉ (MG). Coordenadora do Laboratório de Botânica Aplicada (Laboa). Pesquisadora associada ao grupo de estudos de Recuperação Ambiental (GERA/UFMG/CNPq) atuando

na recuperação de áreas degradadas sob diferentes impactos e ao grupo de pesquisa Neotropical Gall Group (Gall Group/UFMG/CNPq) e atuando no estudo de galhas.

21- Ricardo Motta Pinto-Coelho, biólogo, mestre, Dr. rer. Nat.

Biólogo Bacharel e Licenciado pela UFMG, Mestre em Ecologia pela UnB, Dr. Rer. Nat no Limnologisches Institut, Universität Konstanz (Alemanha) e pós-doutor no GRIL Université de Montréal (Canada). Ex-professor da UFMG, onde atuou por 37 anos. Teve o privilégio de atuar como docente convidado no Sea Grant Programe – University of Florida, Gainesviile, Florida, USA, através de uma bolsa concedida pela Fundação Fulbright. Membro de várias câmaras de assessoramento da Fapemig. Atuou na direção da Fundação Unesco-HidroEX. É atualmente membro do Painel da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos da ONU com sede em Bonn, Alemanha. Foi o coordenador do Projeto Izidora e é o diretor da RMPC – MEIO AMBIENTE SUSTENTÁVEL.
É autor de dezenas de artigos científicos e de vários livros na área de meio ambiente.

.

Cap. 01

"Persistência e Resiliência:
A Jornada da Ocupação Vitória rumo à Moradia Digna"

Autor

Alysson Armondes
Cientista Social

E-mail de contato: alyssonarmondes@gmail.com

Resumo

A história da Ocupação Vitória, parte das ocupações que são conhecidas como comunidades Izidora, tem suas raízes nas Jornadas de Junho de 2013, um período marcado por protestos em todo o Brasil contra políticas voltadas para a Copa do Mundo FIFA de 2014 e a Copa das Confederações FIFA de 2013, que levaram a cabo intervenções urbanas que resultaram em remoções em massa em várias partes do Brasil. A ocupação nasceu organicamente como resposta à pressão imobiliária e especulação na região norte de Belo Horizonte. A área ocupada se tornou alvo de interesses políticos e econômicos, especialmente de projetos imobiliários, desencadeando confrontos entre a comunidade e entidades públicas e privadas. A resistência se consolidou com acampamentos na Prefeitura e articulações com movimentos sociais e políticos. Apesar das adversidades, como a falta de infraestrutura e conflitos internos, a comunidade se fortaleceu, ainda mais com a ascensão de novas lideranças após a morte de figuras importantes como Manuel Bahia e Kadu. A transição de liderança trouxe um novo foco no diálogo e transparência, impulsionando a luta pela moradia digna. O ressurgimento da Ocupação Vitória, com o apoio ativo dos moradores, representa uma fase de renovação na busca por direitos, destacando a importância da participação comunitária e estratégias eficazes de diálogo para enfrentar os desafios urbanos. A presente narrativa destaca as lições aprendidas e traz reflexões sobre seu significado. A capacidade de mobilização e organização da comunidade diante de desafios foi essencial, com destaque para o acampamento na Prefeitura de Belo Horizonte. A comunicação transparente fortaleceu a coesão interna, enquanto a adaptação às mudanças foi fundamental para enfrentar novos desafios. Experiências trágicas levaram a reflexões sobre a vulnerabilidade dos movimentos sociais. A interconexão entre a ocupação e os desafios urbanos de Belo Horizonte destacou a importância dos movimentos sociais na promoção da justiça social. O desfecho legal inédito suspendendo o despejo ofereceu alívio aos moradores, enquanto mudanças na governança interna resultaram na ascensão de novas lideranças. Desafios futuros incluem a relação com o poder público e a segurança dos moradores, mas o legado da Ocupação Vitória como símbolo na luta por moradia digna continua a inspirar outras comunidades.

Abstract

The history of the Vitória Occupation ("Ocupação Vitória"), part of the occupations that are known as Izidora communities, has its roots in the "June Journeys of 203", a period marked by protests across Brazil against policies aimed at the 2014 FIFA World Cup and the 2013 FIFA Confederations Cup, which led to urban interventions that resulted in mass evictions in several parts of Brazil. The occupation was born organically as a response to real estate pressure and speculation in the northern region of Belo Horizonte. The occupied area became the target of political and economic interests, especially real estate projects, triggering clashes between the community and public and private entities. Resistance was consolidated with camps at City Hall and articulations with social and political movements. Despite adversities, such as the lack of infrastructure and internal conflicts, the community grew stronger, even more so with the rise of new leaders after the deaths of important figures such as Manuel Bahia and Kadu. The leadership transition brought a new focus on dialogue and transparency, boosting the fight for decent housing. The resurgence of the Vitória Occupation, with the active support of residents, represents a phase of renewal in the search for rights, highlighting the importance of community participation and effective dialogue strategies to face urban challenges. This narrative highlights the lessons learned and brings reflections on their meaning. The community's ability to mobilize and organize itself in the face of challenges was essential, with emphasis on the camp at Belo Horizonte City Hall. Transparent communication strengthened internal cohesion, while adapting to changes was essential to face new challenges. Tragic experiences led to reflections on the vulnerability of social movements. The interconnection between the occupation and urban challenges in Belo Horizonte highlighted the importance of social movements in promoting social justice. The unprecedented legal outcome suspending eviction offered relief to residents, while changes in internal governance resulted in the rise of new leaders. Future challenges include the relationship with public authorities and the safety of residents, but the legacy of the Vitória Occupation as a symbol in the fight for decent housing continues to inspire other communities.

Palavras-chave: conflitos sociais, moradia digna, especulação imobiliária, resistência e resiliência popular, luta por moradia.

Keywords: social conflicts, decent housing, real estate speculation, popular resistance, struggle for housing.

Parte 1: O Surgimento - Contexto e Antecedentes das Jornadas de Junho de 2013

A história da Ocupação Vitória, integrante das ocupações da Izidora, tem origem nos eventos marcantes das Jornadas de Junho de 2013. Esse período crucial na história brasileira foi desencadeado por uma série de protestos e manifestações que ecoaram por todo o país, indicando um momento de intensa mobilização social e política. As Jornadas de Junho de 2013 foram uma resposta vigorosa às políticas públicas implementadas visando aumentar a arrecadação para custear a estrutura da Copa do Mundo FIFA de 2014 no Brasil e a Copa das Confederações FIFA de 2013. Além disso, essas intervenções promoveram remoções urbanas extensas para dar espaço a obras de infraestrutura voltadas para os eventos esportivos.

Nesse contexto turbulento, as ocupações na região da Izidora surgiram de maneira orgânica e espontânea, sem coordenação inicial por parte dos movimentos sociais. A pressão imobiliária e a especulação resultaram em um contingente crescente de pessoas sem-teto na região norte da capital, historicamente habitada por uma população de baixa renda.

A valorização dessa região decorreu do desenvolvimento econômico e do mercado imobiliário, impulsionado por investimentos em projetos urbanos, especialmente o Vetor Norte, concebido pelo Governo do Estado de Minas Gerais em parceria com a Prefeitura de Belo Horizonte. Esse projeto englobava a duplicação de vias como a Linha Verde e as Avenidas Presidente Antônio Carlos e Pedro I, além da construção da Cidade Administrativa, atendendo aos interesses de valorização imobiliária resultante das intervenções públicas.

A Ocupação Vitória, a mais recente entre as ocupações da Izidora, teve início em julho de 2013, após Rosa Leão e Esperança. Um pequeno grupo, originário das ocupações anteriores, iniciou a ocupação próximo ao campo de futebol do Baronesa, na mesma mata da Izidora. Esse movimento foi seguido por outros moradores, e rapidamente a comunidade se consolidou. No entanto, o surgimento da Ocupação Vitória não foi isento de desafios. Pouco tempo após o início, uma juíza concedeu a primeira ordem de reintegração de posse e autorização de despejo, levando os moradores a acamparem nas dependências da Prefeitura de Belo Horizonte. Esse momento foi crucial para o fortalecimento da luta coletiva, estimulando sentimentos de pertencimento e solidariedade entre os ocupantes.

A área ocupada tornou-se objeto de interesse político, pois estava vinculada a planos para a construção de um empreendimento da empresa Direcional Engenharia. As três ocupações - Rosa Leão, Esperança e Vitória - estabeleceram-se em uma vasta extensão de terras ociosas na região do Isidoro, projetada para abrigar até 70 mil imóveis, incluindo o empreendimento Minha Casa Minha Vida, denominado PMCMV - Granja Werneck. A Ocupação Vitória, situada em área fronteiriça ao Bairro Baronesa, em Santa Luzia, ocupou parte significativa do empreendimento MCMV - Granja Werneck. Posteriormente, em 2023, houve uma oficialização da permuta da área pelo Estado de Minas Gerais, entregue à Família Werneck, e a doação dessa área à Prefeitura de Belo Horizonte.

As negociações com o poder público iniciaram-se em 2013, envolvendo a participação ativa de movimentos sociais, partidos políticos e entidades ligadas à luta por moradia. Reuniões e articulações foram essenciais para a resistência contra as ordens de despejo e a busca por soluções para a comunidade. O cenário de desafios e adversidades se delineava, inaugurando uma jornada marcada pela resiliência e determinação dos ocupantes da Vitória na busca por moradia digna.

Parte 2: Resistência e Adversidades - A Consolidação da Ocupação Vitória

A Ocupação Vitória, ao longo de sua trajetória, foi marcada por episódios de intensa resistência e adversidades que moldaram a comunidade de maneira única. Em 2013, os moradores enfrentaram a primeira ordem de reintegração de posse e autorização de despejo, desencadeando um acampamento nas dependências da Prefeitura de Belo Horizonte. Esse período não apenas solidificou os laços entre os ocupantes, mas também estimulou uma organização interna em torno do interesse comum de garantir a permanência na região.

A área ocupada, estrategicamente localizada em meio a articulações para empreendimentos imobiliários, despertou o interesse político e econômico. Com mais de 10 milhões de hectares de terras ociosas na região do Isidoro, as três ocupações - Rosa Leão, Esperança e Vitória - se encontravam no centro de planos de planejamento urbano, incluindo o ambicioso projeto Minha Casa Minha Vida - Granja Werneck, com cerca de 9 mil unidades habitacionais.

As negociações com o poder público, iniciadas em 2013, envolveram a participação ativa de diversos atores, como movimentos sociais, partidos políticos e entidades vinculadas à luta por moradia. Reuniões e articulações tornaram-se ferramentas cruciais na resistência contra as ordens de despejo, destacando a determinação da comunidade em enfrentar as adversidades.

O contexto político e econômico da região impôs desafios significativos. A pressão imobiliária e os interesses corporativos influenciaram a dinâmica das negociações. A Ocupação Vitória, ao se estabelecer em área fronteiriça ao Bairro Baronesa, em Santa Luzia, ocupava parte substancial do empreendimento Minha Casa Minha Vida - Granja Werneck. A oficialização da permuta da área pelo Estado de Minas Gerais, em 2023, e a doação dessa área à Prefeitura de Belo Horizonte foram marcos que redefiniram as bases do embate entre a comunidade e os interesses imobiliários.

No cenário das manifestações, os ocupantes enfrentaram episódios de violência policial. Durante uma manifestação pacífica na Cidade Administrativa de Minas Gerais, bombas de gás lacrimogêneo foram lançadas contra os manifestantes, resultando em confrontos e em um morador ferido pela cavalaria da Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG). Além disso, a comunidade experimentou uma atmosfera de terror causada pela presença constante de helicópteros da polícia, que, por meio de mensagens sonoras, instigavam crianças e idosos a deixarem suas casas sob a ameaça iminente de remoção. Essas ações, muitas vezes realizadas sob chuva intensa, geraram pânico e desorientação.

As manifestações não foram apenas momentos de resistência, mas também marcaram a consolidação da organização interna. Enquanto parte dos moradores acampava na Prefeitura de Belo Horizonte e marchava em protestos, outros se dedicavam à coleta de doações e à preparação de alimentos para sustentar aqueles que estavam fora da comunidade. Grupos de aplicativos de mensagens surgiram para coordenar doações e informações, evidenciando a necessidade de solidariedade e autossuficiência na luta pela permanência.

A necessidade de segurança pública, autodefesa e garantia contra despejos forçou os moradores a se organizarem, contando com o apoio de movimentos sociais, partidos políticos e entidades assistenciais. A transparência e a prestação de contas tornaram-se fundamentais para consolidar a confiança dos moradores na ação política necessária para a continuidade da luta. Estratégias de sobrevivência começaram a

emergir, como a cultivação de hortaliças nos lotes e a busca de apoio e doações. No entanto, a falta de infraestrutura coletiva, saneamento básico e condições precárias de moradia desencadearam conflitos internos, a formação de gangues e o tráfico de drogas, gerando novas preocupações para a segurança dos ocupantes.

A trajetória da comunidade envolveu marchas à Cidade Administrativa, sede da Prefeitura de Belo Horizonte, encontros com autoridades como a então Presidente da República Dilma Roussef e o Governador de Minas Gerais Antônio Anastasia, além de articulações com o Ministério Público e assessoria técnica realizada pela instituição Arquitetos Sem Fronteiras. No entanto, nos bastidores, a PBH, Direcional Engenharia, Granja Werneck S.A. e COHAB Minas alinhavavam estratégias políticas para despejar a população, enquanto lideranças e movimentos sociais enfrentavam dificuldades nas negociações.

O desdobramento trágico desse contexto resultou em mortes, incluindo as lideranças Manuel Bahia e Kadu, março e novembro de 2015. Manuel Bahia, destacado na Ocupação Vitória, focava na redistribuição de lotes para adensar a comunidade. Já Kadu, mediador de conflitos fundiários, teve sua morte violenta em novembro de 2015, provocando uma série de desdobramentos. As lideranças e entidades que apoiavam as ocupações da região, diante do clima de violência e ameaças constantes, se retiraram da Ocupação Vitória, dando lugar a novas lideranças comunitárias surgidas dentro da própria comunidade.

Essa transição marcou um novo capítulo na história da Ocupação Vitória. As mortes, juntamente com o clima de violência e as ameaças, precipitaram a saída das lideranças, movimentos sociais e entidades apoiadoras. Novas lideranças, como Paulinha e Lu, apoiadas por Renata e outros moradores como Adão, emergiram para articular as lutas da comunidade frente ao poder público. Essa mudança representou não apenas a superação das adversidades, mas também a necessidade de diálogo constante, transparência e ampliação territorial efetiva.

Parte 3: Desafios e Transformações

O Novo Rumo da Ocupação Vitória revela o processo de resistência da comunidade diante das forças políticas e econômicas que buscavam seu despejo. No contexto político-econômico de Belo Horizonte, as ocupações da região da Izidora, em especial Vitória, tornaram-se um ponto de tensão a partir das Jornadas de Junho de 2013, marcadas por manifestações em todo o Brasil.

A pressão imobiliária e as políticas voltadas para a Copa do Mundo FIFA de 2014 contribuíram para o surgimento das ocupações de maneira orgânica e espontânea, sem a coordenação inicial de movimentos sociais. Iniciada em julho de 2013, a Ocupação Vitória representou a mais recente dentre as ocupações da Izidora, sucedendo Rosa Leão e Esperança. Seu crescimento rápido logo encontrou resistência, resultando na primeira ordem de reintegração de posse e autorização de despejo concedida por uma juíza. O desafio iminente levou os moradores a acamparem nas dependências da Prefeitura de Belo Horizonte, transformando a luta pela moradia em uma questão pública e evidenciando uma organização interna emergente. Enquanto o poder público municipal e entidades privadas vislumbravam a região para projetos urbanos, os ocupantes buscavam consolidar seu direito à cidade.

As articulações entre poder público e entidades delineavam um cenário onde as ocupações se tornaram obstáculos aos interesses da especulação imobiliária. Em meio às negociações e lutas contra a iminente ameaça de despejo, a comunidade se deparou com episódios de violência policial durante manifestações, incluindo confrontos e violência física contra os moradores. Helicópteros da polícia, com mensagens intimidadoras, amplificaram o clima de tensão, provocando pânico e desorientação.

As manifestações tornaram-se momentos cruciais de organização interna, incluindo a coleta de doações e a preparação de alimentos, estabelecendo grupos de apoio e comunicação através de aplicativos. Estratégias de resistência a busca por apoio de movimentos sociais, empresas e partidos políticos.

A busca por diálogo com o poder público e a garantia contra despejos forçaram os moradores a se organizarem. A retirada de entidades e lideranças da comunidade devido ao clima de violência e ameaças levou à ascensão de novas lideranças comunitárias, como Paulinha e Lu, apoiadas por Renata e outros moradores. Essa mudança de liderança representou um novo capítulo na história da Ocupação Vitória,

marcado pela necessidade de diálogo constante, transparência e fortalecimento da comunidade frente ao poder público.

A trajetória da Ocupação Vitória, entrelaçada com as demais ocupações da Izidora, destaca-se como um episódio emblemático na luta por moradia e no enfrentamento das desigualdades urbanas. O próximo capítulo explorará a fase crucial das negociações, as adversidades enfrentadas pelas lideranças comunitárias e as estratégias adotadas para a consolidação do direito à cidade.

Parte 4: Adversidades, Perdas e Ressurgimento

A trajetória da Ocupação Vitória mergulha em uma fase de adversidades, perdas significativas e, ao mesmo tempo, no ressurgimento da comunidade, revelando uma narrativa complexa e resiliente. Os eventos marcantes, como as mortes de lideranças importantes e as ameaças crescentes, moldaram profundamente o curso dos acontecimentos. Em um contexto já permeado por tensões e confrontos, o desdobramento trágico desse capítulo da ocupação foi marcado pelas mortes de lideranças atuantes acima descritas. Suas relevâncias estavam intrinsecamente ligadas à promoção da redistribuição dos lotes e à mediação de conflitos fundiários. Essas perdas abalaram a comunidade, provocando não apenas o luto, mas também uma profunda reflexão sobre o caminho a ser seguido. O clima de violência e as ameaças constantes às lideranças engajadas nos movimentos sociais resultaram no afastamento de entidades e grupos de apoio, deixando a Ocupação Vitória em uma situação desafiadora. Rumores de uma lista de pessoas marcadas para assassinato por grupos insatisfeitos com a atuação das lideranças geraram um ambiente de medo e insegurança.

Com o afastamento das lideranças e a ausência de alguns movimentos sociais, emergiram novas lideranças comunitárias, como Paulinha e Lu, com o apoio direto de Renata e outros moradores como Adão. Essas lideranças, surgidas organicamente do seio da própria comunidade, tornaram-se fundamentais para o novo rumo da Ocupação Vitória. Essa transição de liderança não ocorreu apenas como uma resposta às circunstâncias trágicas, mas também como uma evolução natural da organização interna da comunidade.

A liderança “Lu”, candidatou-se a vereadora de Belo Horizonte, apoiada pelas demais lideranças e pela comunidade, ao que empenhou tempo e despendeu verbas para a campanha, sem obter sucesso eleitoral. O processo, que também exigiu muito do psicológico e emocional da liderança, causou-lhe a perda de clientes de seu salão de beleza, desgastes familiares, com vizinhos e com outros moradores da comunidade. Ao final do pleito eleitoral, ela optou por afastar-se da liderança comunitária para focar em sua família e em seu trabalho. A partir disso, Paulinha e Renata se consolidam como lideranças – até o momento atual – no exercício da articulação interna para as lutas da comunidade frente ao Estado na busca da garantia do direito à moradia digna e no enfrentamento a violências domésticas e sociais no interior da comunidade e na busca por melhorias de vida para os moradores.

O novo enfoque dessas lideranças incluiu priorizar o diálogo constante com os moradores e grupos atuantes na comunidade, garantindo transparência em todas as ações e decisões. O ressurgimento da Ocupação Vitória, ancorado nas novas lideranças e na participação ativa dos moradores, marca uma fase de renovação e redirecionamento da luta pela moradia.

A comunidade, agora mais informada e participativa, enfrenta os desafios com uma determinação renovada, ciente de que a defesa de seus direitos exige não apenas resistência, mas também estratégias eficazes de diálogo e organização interna. O próximo capítulo explorará a fase crucial das negociações, a relação contínua com o poder público e os desafios que ainda permeiam o caminho da Ocupação Vitória.

Parte 5: Resistência, negociações e desafios contínuos - a jornada atual da Ocupação Vitória

A quinta parte da história da Ocupação Vitória mergulha na fase atual, marcada pela persistência da resistência, negociações complexas e desafios contínuos. Esse capítulo reflete sobre a jornada recente da comunidade, delineando as estratégias adotadas, as relações com o poder público e os obstáculos enfrentados.

Após as mudanças de liderança e a reorganização interna da comunidade, a Ocupação Vitória direcionou seus esforços para consolidar a ocupação do território de forma mais efetiva e adensada. Essa estratégia, adotada sob as novas lideranças de

Paulinha e Lu, visava fortalecer a resistência da comunidade diante das ameaças externas e, ao mesmo tempo, promover um ambiente coletivo mais coeso. Nesse período, as negociações com o poder público ganharam destaque.

A Ocupação Vitória, agora sob nova liderança, buscou diálogo com as autoridades, representantes do governo e outros atores envolvidos. A transparência e a participação ativa dos moradores foram elementos-chave durante essas negociações, destacando a importância da comunidade no processo decisório.

O novo enfoque nas negociações visava encontrar soluções que atendessem tanto às necessidades imediatas da comunidade quanto às demandas estruturais a longo prazo. A presença de lideranças comunitárias mais próximas da realidade dos moradores proporcionou uma abordagem mais assertiva, levando em consideração as complexidades sociais, econômicas e estruturais enfrentadas pela Ocupação Vitória.

As negociações não foram isentas de desafios. O poder público, representado por diferentes instâncias governamentais, demonstrou resistência e, em alguns casos, intransigência diante das demandas da comunidade. As disputas políticas, interesses imobiliários e as complexidades legais entrelaçadas no cenário urbano contribuíram para um processo de negociação complexo e multifacetado.

A persistência da Ocupação Vitória em meio a esses desafios foi sustentada pela coesão interna e pela mobilização constante dos moradores. A articulação com movimentos sociais, entidades de apoio e a sociedade civil em geral desempenhou um papel crucial na visibilidade da causa e na busca por apoio externo.

A Ocupação Vitória, ao enfrentar desafios diários, tornou-se um símbolo de resiliência e perseverança. A jornada atual da comunidade é um testemunho da luta contínua por moradia digna, evidenciando a necessidade não apenas de resistir às ameaças externas, mas também de criar alternativas sustentáveis para o futuro.

O próximo capítulo explorará as projeções futuras da Ocupação Vitória, considerando as lições aprendidas ao longo da trajetória, os caminhos possíveis para a comunidade e os desafios que ainda podem surgir. A história da Ocupação Vitória, assim como das demais ocupações da Izidora, permanece em constante evolução, refletindo as dinâmicas sociais, políticas e urbanas que permeiam o tecido da cidade de Belo Horizonte.

Parte 6: Desafios futuros e projeções da Ocupação Vitória

A sexta parte da história da Ocupação Vitória projeta o olhar para o futuro, explorando os desafios iminentes e as possíveis trajetórias da comunidade. Este capítulo examina as projeções, considerando as lições aprendidas, as dinâmicas sociais e urbanas, e delineando possíveis cenários para a Ocupação Vitória.

A busca por estabilidade e reconhecimento legal continua a ser uma das principais aspirações da Ocupação Vitória. A comunidade enfrenta a constante ameaça de despejo, agravada por disputas políticas, interesses imobiliários e a complexidade do contexto urbano. Nesse cenário desafiador, a Ocupação Vitória busca consolidar sua permanência no território, almejando a regularização fundiária como um passo crucial para assegurar a moradia digna de seus moradores.

O diálogo com o poder público, embora marcado por obstáculos, permanece como uma estratégia central. A Ocupação Vitória, representada por lideranças comunitárias engajadas, busca influenciar políticas públicas e encontrar soluções colaborativas que atendam às necessidades da comunidade. A transparência e a participação ativa dos moradores continuam a ser elementos-chave nas negociações em andamento.

As alianças com movimentos sociais, entidades de apoio e a sociedade civil desempenham um papel fundamental na defesa dos interesses da Ocupação Vitória. A visibilidade da causa e o apoio externo são recursos cruciais para enfrentar a resistência institucional e consolidar avanços significativos. A comunidade reconhece a importância de ampliar suas redes de apoio e manter parcerias estratégicas para enfrentar os desafios futuros.

A dimensão ambiental também emerge como uma preocupação crescente. A Ocupação Vitória, situada em meio a áreas verdes, busca equilibrar suas necessidades habitacionais com a preservação ambiental. Iniciativas de sustentabilidade, como a plantação de hortaliças, representam não apenas estratégias de subsistência, mas também uma expressão do comprometimento da comunidade com práticas que respeitam o meio ambiente.

A questão da segurança interna e a gestão das relações internas tornam-se focos de atenção. A comunidade enfrenta desafios como o aumento da violência, o tráfico de drogas e a necessidade de construir uma coesão interna que fortaleça sua capacidade

de resistir a pressões externas. À medida que a Ocupação Vitória contempla seu futuro, a importância de uma abordagem holística e sustentável é enfatizada. A comunidade reconhece a necessidade de equilibrar suas demandas imediatas com uma visão de longo prazo que considere aspectos sociais, econômicos e ambientais.

A trajetória da Ocupação Vitória, marcada por desafios e conquistas, reflete as dinâmicas complexas e interconectadas que permeiam as ocupações urbanas. Este capítulo encerra a narrativa atual da Ocupação Vitória, abrindo espaço para o contínuo desenvolvimento dessa comunidade resiliente e para a reflexão sobre as múltiplas dimensões envolvidas na busca por moradia digna em um contexto urbano desafiador. A história da Ocupação Vitória permanece viva, moldada pelas experiências de seus moradores, as interações com o entorno e as forças que moldam o cenário urbano de Belo Horizonte.

Parte 7: Lições aprendidas e reflexões sobre a trajetória da Ocupação Vitória

Nesta parte da narrativa, exploramos as lições aprendidas ao longo da trajetória da Ocupação Vitória, oferecendo reflexões sobre o significado mais amplo desse movimento comunitário. Ao mergulharmos nas experiências compartilhadas pelos moradores, lideranças e apoiadores, vislumbramos as nuances dessa jornada marcada por desafios, resistência e transformações.

Um dos pontos centrais de aprendizado é a capacidade de mobilização e organização da Ocupação Vitória diante das adversidades. A comunidade, impulsionada pelas Jornadas de Junho de 2013 e pelas demandas populares, consolidou-se como uma força coletiva capaz de articular estratégias de resistência. O acampamento na Prefeitura de Belo Horizonte representou um marco desse processo, unindo os moradores em torno do objetivo comum de garantir o direito à moradia.

A questão da comunicação e transparência emergiu como uma lição crucial. A sintonia entre lideranças e moradores, especialmente após a mudança na gestão comunitária, destacou a importância de canais abertos de diálogo. A comunidade reconheceu que a informação transparente e acessível fortalece a coesão interna, aumenta a confiança e permite uma participação mais informada nas decisões que impactam a todos.

A capacidade de adaptação e flexibilidade da Ocupação Vitória também merece destaque. Diante das mudanças nas dinâmicas sociais, políticas e econômicas, a comunidade ajustou suas estratégias, mantendo a resiliência necessária para enfrentar novos desafios. A transição de lideranças, as parcerias estabelecidas e a busca constante por soluções inovadoras evidenciam a habilidade da Ocupação Vitória em se adaptar às complexidades do cenário urbano.

Experiências trágicas, como as mortes de lideranças importantes, provocaram uma profunda reflexão sobre a vulnerabilidade dos movimentos sociais. As ameaças, violências e o impacto desses eventos na dinâmica da Ocupação Vitória trouxeram à tona a necessidade de abordagens que garantam a segurança física e psicológica dos moradores e lideranças.

A relação intrínseca entre a Ocupação Vitória e o contexto urbano mais amplo de Belo Horizonte destaca a interconexão entre as ocupações urbanas e os desafios estruturais da cidade. O modelo de desenvolvimento urbano, as políticas habitacionais e a especulação imobiliária emergem como elementos-chave que influenciam diretamente a trajetória da Ocupação Vitória. A comunidade, ao refletir sobre seu papel na cidade, busca compreender e confrontar essas forças sistêmicas que moldam as condições de vida nas áreas urbanas.

A consolidação da Ocupação Vitória como um espaço de resistência e construção coletiva ressalta a importância de movimentos sociais na promoção da justiça social e na luta por direitos fundamentais. As interações entre a comunidade e diferentes atores, como movimentos sociais, entidades de apoio e órgãos públicos, revelam a complexidade das dinâmicas urbanas e a necessidade de abordagens colaborativas para enfrentar os desafios habitacionais.

Ao encerrarmos essa reflexão sobre a trajetória da Ocupação Vitória, destacamos que esta narrativa está em constante evolução. A comunidade, ao assimilar as lições aprendidas, reafirma seu compromisso com a construção de um futuro mais justo e inclusivo. A história da Ocupação Vitória continua a ser escrita, moldada pelas experiências cotidianas, pelos diálogos construtivos e pela resiliência de uma comunidade que busca, acima de tudo, o direito à moradia digna.

Parte 8: Território e Ambiente na Ocupação Vitória

Desde seu início, alguns moradores tomaram à frente, na busca pela manutenção do espaço e da preservação do meio ambiente dentro e no entorno da ocupação, principalmente com a coleta de materiais recicláveis, o que também contribuiu para a composição da renda de algumas famílias.

De maneira orgânica, as lideranças buscaram evitar que os moradores ocupassem e construíssem em áreas de nascentes e cursos d'água. Essa orientação das lideranças foi seguida em parte pelos moradores, o que evitou uma ocupação massiva dessas áreas, apesar de ainda existirem casas entendidas como alvo de futura remoção por estarem muito próximas dos cursos d'água. Assim, a comunidade sofre menos com enchentes e deslizamentos de terra que ameacem os moradores e tem seus cursos d'água considerados limpos, ou seja, com pouca presença de esgoto doméstico, o que se justifica pela atuação de projetos de entidades e movimentos sociais que, ao longo do tempo, estiveram presentes na comunidade ofertando ações e formação para que os moradores fizessem uma ocupação, de certa forma, ordenada.

Dentre esses atores externos presentes, está o Projeto Izidora que, com ações de preservação e recuperação ambiental voltadas para os cursos d'água da região, oferece a instalação de TEVAP's a algumas moradias para evitar que o esgoto seja despejado no curso d'água, faz plantio e recuperação de matas ciliares, drenos e recuperação de leitos, contenção de encostas e limpeza de áreas.

O projeto Izidora converge com os interesses ambientais da comunidade e proporciona melhores condições de vida para a população através do saneamento. Essa contribuição se soma ainda com os esforços das lideranças e da comunidade para a construção de um projeto de urbanização para o território que reflita os interesses e pertencimentos da comunidade, respeite a legislação ambiental e ofereça segurança e conforto ambiental e jurídicos para os moradores, que tem nessa comunidade um local de moradia, construção de cidadania através das lutas diárias, que por sua vez se inserem com muita força na história das lutas por moradia em Belo Horizonte e no Brasil.

A história da Ocupação Vitória é marcada pela luta por moradia desde seu início. É marcada pela presença dos movimentos sociais e partidos políticos na busca pela organização dos moradores, formação política e implementação de estratégias de enfrentamento às tentativas de despejo. É marcada pelo sangue de lideranças como

Manuel Bahia e Kadu. É marcada pelo crescimento rápido e desordenado propiciado pelo empobrecimento da população, sobretudo negra e periférica. É marcada pelo trabalho incessante daqueles que acreditam na Vitória, no poder da organização popular. É marcada pela ausência e pela oposição do poder público e pela especulação imobiliária. É marcada pela ausência de serviços públicos básicos de saúde, educação, saneamento, transporte público, urbanização, segurança pública e et. É marcada pelo impacto ambiental em uma das raras reservas ambientais urbanas do mundo, e pela transformação do impacto em material de pesquisa e intervenção por projetos e entidades como o Projeto Izidora. É marcada pela resiliência de sua população, que mesmo na adversidade, permanece firme construindo lutas, laços, memórias e afetos ao lugar, ao povo, ao meio ambiente à Vitória. É marcada pelas festividades que mobilizam a comunidade. É marcada pelas crianças que, por terem nascido ali, marcam um importante episódio em que se evitou mais uma tentativa de despejo e que são, ali, de maneira ainda mais intensa, símbolo de esperança no futuro.

Agradecimentos

Agradecemos ao Acordo de Cooperação Financeira ACF 209/21 com o Fundo Socioambiental Caixa pelo financiamento do Projeto Izidora.

Agradecemos às lideranças comunitárias Paula Cristina, Renata Santos e ao apoiador José Adão da Silva, pelo apoio em todos os momentos de execução do Projeto Izidora, pela articulação comunitária e pelos momentos juntos nessa jornada.

Bibliografia

Lourenço, T. C. B. 2022. Comunicação Pessoal.

Bittencourt, R. R. 2016. Cidadania autoconstruída: o ciclo de lutas sociais das ocupações urbanas na RMBH (2006-2015). 2016.

Bizzoto, L. M. 2015. # RESISTEIZIDORA: controvérsias do movimento de resistência das Ocupações da Izidora e apontamentos para a justiça urbana. 2015.

Cap.02

“A Região de Estudos: o Meio Físico e o Espaço Humano”

Autores:

Eliane Maria Vieira[(1)], Gustavo de Oliveira Dias[(2)], Pedro Almeida de Souza[(2)]

(1) *Engenheira Agrimensora, mestre e doutora em Engenharia Civil, Professora Associada ICPA/UNIFEI*

(2) *Engenheiro Ambiental / UNIFEI*

E-mail para correspondência: elianevieira@unifei.edu.br

Resumo

Neste capítulo foram avaliadas as alterações ocorridas ao longo do tempo na região do Izidora, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte em Minas Gerais, compreendendo a Ocupação Vitória e a bacia de drenagem do córrego Macacos e algumas propriedades do entorno (Casa Francisco e as Fazendas Werneck e do Grupo EPA). Foi realizada a caracterização da área de estudos, sua hidrografia, morfologia e pedologia, com abordagem do potencial erosivo da área, e do processo de ocupação ao longo dos anos. Na região há o predomínio de duas classes de solos: Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd8) ocupando a porção norte da bacia do córrego Macacos, são solos mais profundos, muito intemperizados de coloração amareladas ou vermelho-amareladas, abrangendo assim a maior parte da Ocupação Vitória e ao sul Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd8), ocupando regiões de menores altitudes, solos mais argilosos, também de coloração vermelho-amareladas, sendo solos profundos e bem drenados. A região apresenta altitudes que variam de 715 m, no encontro com o córrego Isidoro, à 873 m a norte, leste e noroeste da bacia. Após o estabelecimento da ocupação, a topografia do terreno foi alterada, com as intervenções para o estabelecimento das ruas e das edificações. O escoamento das águas de chuva que antes da ocupação eram direcionados para os cursos d’água na região, passam a desenvolver outros trajetos, principalmente seguindo as ruas abertas, onde acumulam sedimentos, que muitas vezes invadem as residências localizadas nas áreas mais baixas do terreno. Observou-se que até o ano de 2013 permaneceram predominantemente na bacia os usos classificados como Vegetação e Solo exposto, já a partir do ano de 2014 a área urbana está presente com tendencia de crescimento para as direções norte, noroeste, leste e sudoeste da bacia. A região com maior potencial erosivo na bacia do córrego Macacos é a área da Ocupação Vitória e as regiões de solo exposto. Este potencial cresce a medida em que se remove a vegetação natural. Assim, medidas que busquem a recuperação da vegetação, intervenções que promovam o retorno do fluxo para o leito dos rios e ações de contenção de sedimentos podem melhorar a situação da Ocupação Vitória.

Abstract

This chapter presents an evaluation of changes that have occurred in the Izidora region (Belo Horizonte metropolitan area, Minas Gerais, Brazil). The study area comprised an informal settlement within the Macacos stream drainage basin and surrounding properties (Casa Francisco and Fazendas Werneck and the EPA Group). The study area was characterized, its hydrography, morphology and pedology, addressing the area's erosion potential and the occupation process over the years. In the region there is a predominance of two classes of soils: Dystrophic Red-Yellow Oxisols (LVAd8), occupying the northern portion of the Macacos stream basin, these are deeper, very weathered soil with a yellowish or yellowish-red color, thus covering most of the occupation Vitória and to the south dystrophic Red-Yellow Argisol (PVAd8), occupying regions of lower altitudes, more clayey soils, also yellowish-red in color, with deep and well-drained soils. The region has altitudes that vary from 715 to 873 m. After the establishment of the occupation, the area topography has changed, with interventions to build streets, simple houses and small commercial stores. Before the occupation, the runoff was directed to watercourses in the region, but it soon developed other routes, mainly following open streets, where sediment accumulated, and consequently invaded homes located in the lowest areas of the land. Until 2013, it was observed that the Macacos basin land uses remained predominantly classified as Vegetation and Exposed Soil. From 2014 onwards, the areas occupied by urban settlements expanded to the north, northwest, east and southwest of the basin. The areas with the greatest erosion potential are those more affected by natural vegetation removal. These areas are in the Vitória Occupation area and the regions with exposed soil. Therefore, measures that seek to recover vegetation, interventions that promote the return of flow to the riverbed and sediment containment actions can improve the situation of the Vitória Occupation.

Palavras-chave: Uso do solo, erosão, assoreamento.
Keywords: Land use, erosion, siltation.

Introdução

O crescimento populacional demanda cada vez mais espaços para moradias. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), entre 2012 e 2021 a população brasileira cresceu 7,6%, chegando a 212,7 milhões.

Contudo, este crescimento não se deu de forma homogênea em termos de faixa etária, visto que, o grupo com 30 anos ou mais aumentou de 50,1% para 56,1% da população do país em 2021, demonstrando um envelhecimento desta (IBGE, 2022).

O Instituto também detectou o aumento de 7,4% para 9,1% das pessoas autodeclaradas pretas, de 45,6% para 47,0% para as pessoas autodeclaradas pardas, e uma diminuição na participação dos que se declaram brancos de 46,3% para 43,0%.

Os impactos deste crescimento são sentidos de forma mais acentuada pela população de baixa renda, que atrelada à especulação imobiliária nos centros urbanos, migram para as periferias se instalando em ocupações irregulares desprovidas de quaisquer equipamentos urbanos, muitas vezes sem acesso à água tratada, saneamento básico e energia elétrica.

Assim essas populações buscam áreas próximas à cursos d'água que deveriam ser preservadas, muitas vezes com inclinações e condições geotécnicas de risco, o que acarreta o surgimento de áreas urbanas informais, com habitações de baixo padrão de qualidade e de custo, produzidas por um "setor não estruturado" e sem assistência do poder público (MOTTA, 2004).

Neste cenário, observa-se o surgimento de agrupamentos urbanos caracterizados pela tomada da posse de terrenos públicos ou privados, de forma extralegal, que se dá por meio de movimentos sociais formados pelos futuros moradores assentando famílias de baixa renda (DELECAVE e LEITAO, 2012, 59).

Dentre as modalidades de assentamentos informais, estão as ocupações urbanas, compreendidas como a posse planejada, pacífica e informal de espaços inutilizados ou subutilizados (DIAS et al., 2015).

Se assemelham às favelas no que se refere à informalidade, à instabilidade da regularização fundiária e às condições de precariedade de serviços básicos. Porém, enquanto as favelas são ocupadas desordenadamente, as ocupações partem do reconhecimento da moradia e da cidade como direitos humanos estando fortemente associadas aos movimentos sociais (Arruda e Heller, 2022).

A moradia é um direito fundamental que deveria ser assegurada pelo poder público, como posto no artigo 1º da Constituição Federal de 1988:

> "A República Federativa do Brasil, formada pela união indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal, constitui-se em Estado Democrático de Direito e tem como fundamentos: III – a dignidade da pessoa humana."

No artigo 6º, da Emenda Constitucional nº 26/2000, incluído no texto Constitucional em função das o obrigações assumidas perante a comunidade internacional, o Brasil reconhece o direito à moradia como um direito fundamental, assim, o Estado tem o dever de proporcionar, tanto de forma direta quanto indireta que todos tenham acesso a uma moradia digna e adequada.

Dessa forma, tanto as favelas quanto as ocupações são os reflexos da omissão e da ineficiência do poder público em assegurar o direito à moradia a população mais carente, o que resulta no crescimento desordenado, principalmente nas periferias urbanas.

A paisagem ao longo do tempo sofre os efeitos destas transformações, tornando o espaço geográfico dinâmico, resultante do acúmulo espacial de uma série de gerações que dia após dia atua, altera e transforma a cidade (SANTOS, 2006).

Neste cenário, o presente capítulo tem por objetivo avaliar as alterações ocorridas ao longo do tempo na região do Izidora, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte em Minas Gerais, compreendendo a Ocupação Vitória e a bacia de drenagem do córrego Macacos e algumas propriedades do entorno (Casa Francisco e as Fazendas Werneck e do Grupo EPA).

Materiais e Métodos

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar o Meio Físico, bem como o Espaço humano de estudo. Assim, inicia-se por uma caracterização da área de estudos, sua hidrográfica, morfologia e pedologia, com abordagem do potencial erosivo da área, identificado pela equipe do projeto como um ponto crítico, passando-se para uma avaliação do processo de Ocupação ao longo dos anos.

Foram utilizadas as bases de dados cartográficos do site do IDE-SISEMA e dados primários coletados pelo projeto com uso do Drone modelo Phantom 4 pro v2, de

fabricação da empresa DJI, para a aquisição das fotografias aéreas, tendo como parâmetros de voo a altura de 120 m, acompanhando o relevo, sobreposição horizontal de 80% e vertical de 70% e velocidade máxima de voo de 40 km/h, no dia 19/01/2022 às 10:58 LT, com a coleta de pontos de controle feita por um Receptor GNSS RTK CHC i50. O CHC i50, e um segundo voo complementar realizado em março de 2023.

Foram obtidas Imagens dos Satélites Landsat e DMC UK-2, do período de 1985 a 2022 para a realização da análise do uso e ocupação de solo ao longo do tempo, empregando a classificação no software QGIS utilizando o classificador Random Forest.

Também foi calculado o potencial erosivo para a bacia do córrego Macacos utilizando a Equação Universal de Perda dos Solos que é uma expressão relativamente simples e retorna o fator A, correspondendo à perda de solo média anual ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}$), a partir do produto de outras seis grandezas, conforme mostrado na equação 1.

$$A = R\ K\ L\ S\ C\ P \quad [1]$$

O fator R, diz respeito à erosividade da chuva e da enxurrada, o fator K se refere a erodibilidade do solo, o L corresponde ao comprimento da vertente o S é a declividade da vertente, o C diz respeito ao uso e ocupação do solo e o P às práticas conservacionistas.

Resultados e discussão

A área de estudos do projeto Izidora engloba a Ocupação Vitória e a bacia de drenagem do córrego Macacos incluindo ainda algumas propriedades do entorno (Casa Francisco e as Fazendas Werneck e do Grupo EPA).

O córrego dos Macacos é afluente do Ribeirão Isidoro, que deságua no Ribeirão Onça, tributário do rio das Velhas (Fig. 1).

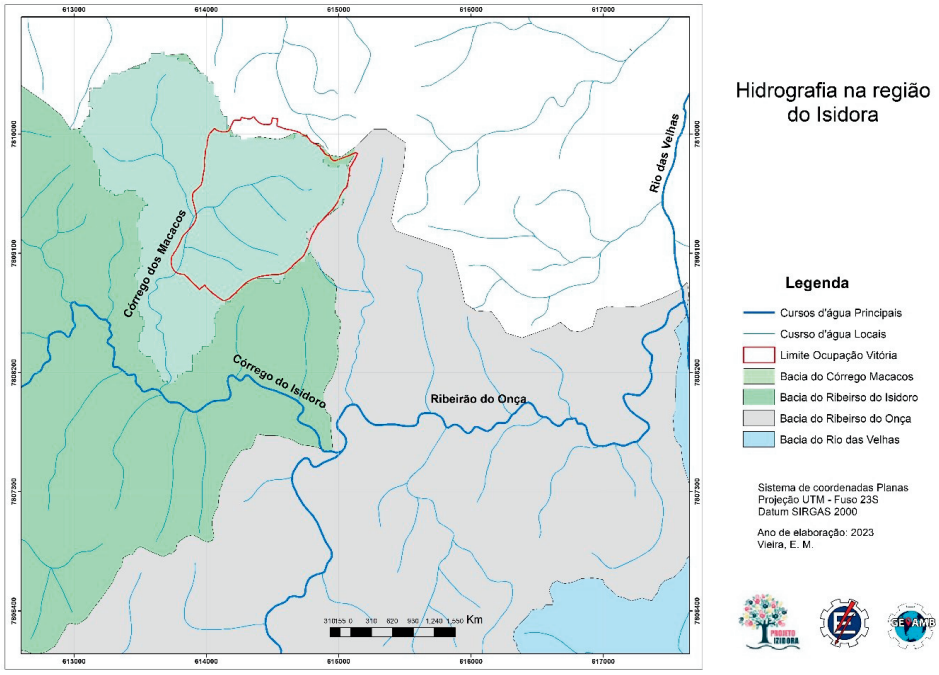


Fig. 1 – Localização da área de estudos.

A microbacia do Isidoro está localizada na região norte de Belo Horizonte - MG, apresentando grande potencial como parque urbano, por possuir uma das maiores áreas de vegetação nativa preservada do município além de possuir grande manancial hídrico.

Esta apresenta uma área de drenagem de aproximadamente de 55 km², o que corresponde a cerca de 20% do município de Belo Horizonte, com 64 córregos e 280 nascentes. No alto e médio curso, está a região mais urbanizada, enquanto no baixo curso predominam fazendas e chácaras além de algumas áreas preservadas. É neste baixo curso que está inserida a área de estudos, que compreende a bacia hidrográfica do Córrego de Macacos, destacada em verde claro na Fig. 01 e, quase totalmente inserida nesta bacia, a Ocupação Vitória, delimitada em vermelho na referida figura.

O Córrego de Macacos com aproximadamente 1700 m de extensão é o principal curso hídrico que nasce na bacia Isidoro e sofre os impactos do crescimento da Ocupação Vitória.

Na região há o predomínio de duas classes de solos: Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd8) ocupando a porção norte da bacia do córrego Macacos, são

solos mais profundos, muito intemperizados de coloração amareladas ou vermelho-amareladas, abrangendo assim a maior parte da Ocupação Vitória e ao sul Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd8), ocupando regiões de menores altitudes, são solos mais argilosos, também de coloração vermelho-amareladas, sendo solos profundos e bem drenados (Fig. 2).

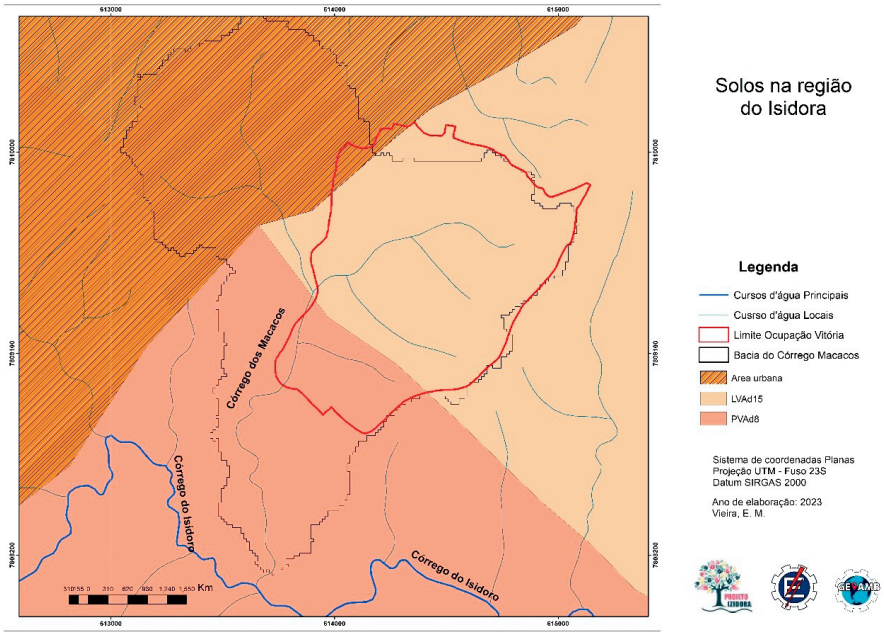


Fig. 2 – Solos na área de estudos.

Em caracterização realizada pela equipe do projeto, em amostras de solos retiradas em áreas com a vegetação preservada, observou-se elevado conteúdo de Matéria orgânica, CTC e saturação de bases, com ênfase para o cálcio. Já em áreas desprovidas da vegetação natural, foi detectado um empobrecimento de nutrientes especialmente fósforo, magnésio e cálcio.

O clima da bacia é caracterizado como um clima de transição, por sofrer influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais, apresentando duas estações bem definidas: uma seca, de abril a setembro, durante o outono e inverno, com temperaturas mais amenas e outra chuvosa, de outubro a março, com temperaturas mais elevadas, nas estações primavera e verão (Fig. 3).

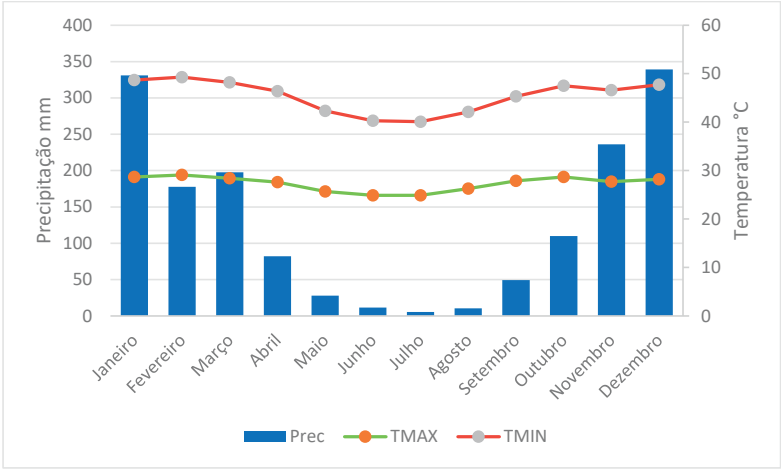


Fig. 3 – Valores de precipitação na área de estudos. Fonte dos dados: INMET (2023).

A região apresenta altitudes que variam de 715 m, no encontro com o córrego Isidoro, à 873 m a norte, leste e noroeste da bacia (Fig. 4).

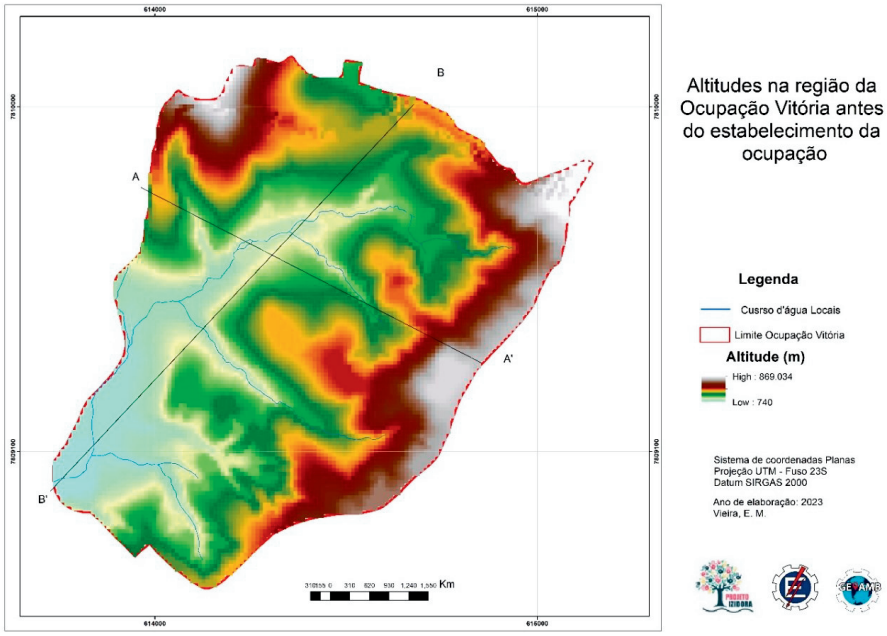


Fig.4 – Variação altimétrica na Ocupação Vitória.

A bacia apresenta vales encaixados, como pode ser observado no perfil transversal da bacia obtido no seguimento AA' e uma inclinação mais pronunciada nas cabeceiras da bacia, demonstrado na Fig. 4, obtido no seguimento BB'.

Essa conformação, com uma inclinação mais pronunciada próximo aos divisores de água, conferem à região uma maior velocidade no escoamento das águas de chuvas, principalmente quando há a remoção da vegetação natural, que além de contribuir para a retenção das partículas do solo, também funciona como uma barreira física para diminuir a velocidade das águas, reduzindo assim os processos erosivos.

A ocupação na bacia foi reconhecida pelo poder público como ocupação, conforme PBH (2010, p20) a partir da Lei de Parcelamento, ocupação e Uso do Solo do Município de Belo Horizonte de 1996 (Lei 7166/96), quando a área do Isidoro, antes rural, passou a ser considerada urbana.

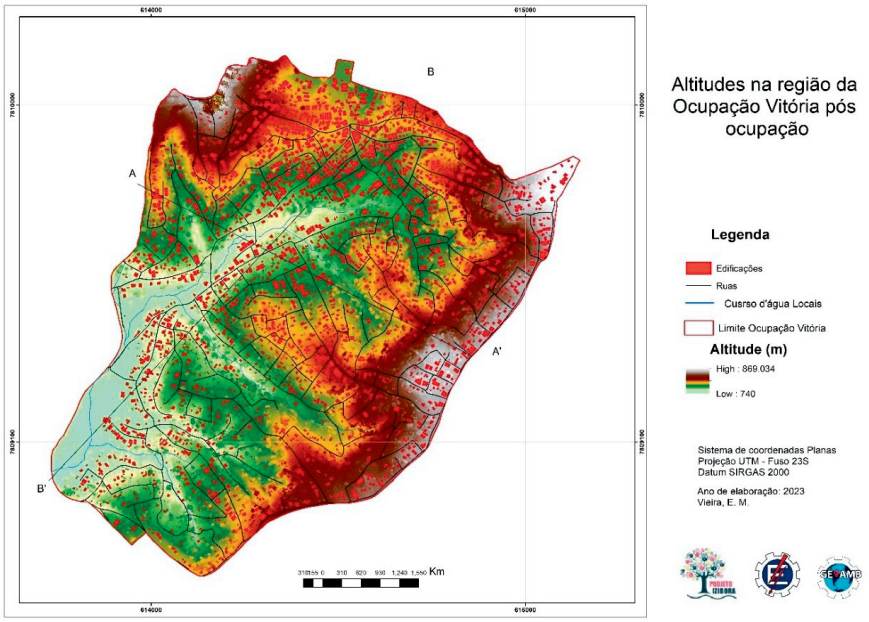


Fig. 5 – Variação altimétrica na região da Ocupação Vitória após o estabelecimento da ocupação.

Após o estabelecimento da ocupação, a topografia do terreno foi alterada, na Fig. 4 podemos observar a região antes da ocupação e na Fig. 5 percebemos a alteração nas altitudes com as intervenções para o estabelecimento das ruas e das edificações.

Nos gráficos 6.1 e 6.2 (Fig. 6), podemos observar o perfil longitudinal e transversal da área antes da ocupação, obtidos nas seções AA' e BB' na Fig. 4 nos gráficos 6.3 e 6.4 (Fig. 6) os respectivos perfis após o estabelecimento da ocupação no ano de 2022, obtidos nas seções AA' e BB' na Fig. 5.

Gráfico 6.1 – Perfil transversal da Ocupação Vitória antes da ocupação.

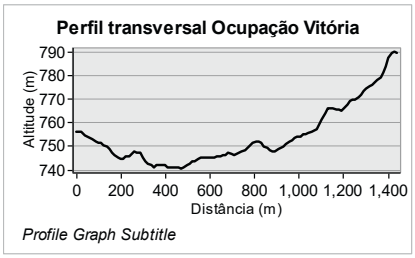


Gráfico 6.2 – Perfil transversal da Ocupação Vitória pós ocupação.

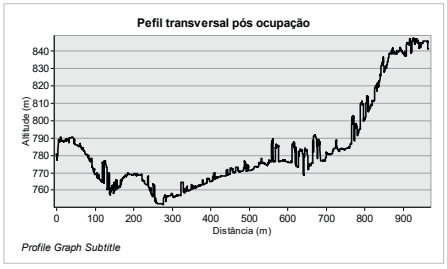


Gráfico 6.3 – Perfil longitudinal da Ocupação Vitória antes da ocupação.

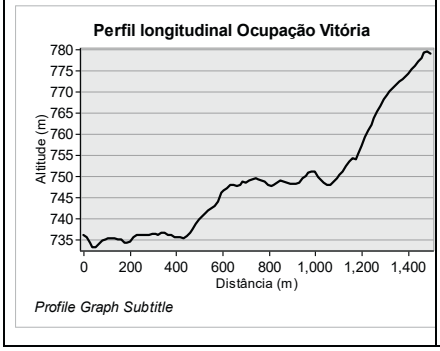


Gráfico 6.4 – Perfil longitudinal da Ocupação Vitória pós ocupação.

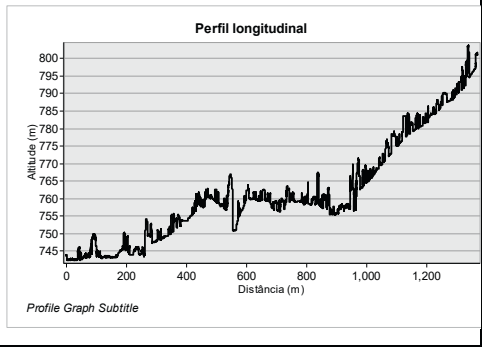


Fig. 6 – Perfis longitudinal e transversal na área da ocupação.

Tanto no gráfico 6.2 quanto no 6.4 estão presentes na variação da altitude as edificações construídas na ocupação, como também as árvores existentes, visto que o Modelo Digital de Elevação (MDE) contido na Fig. 5, foi elaborado a partir dos dados obtidos pelo Drone, sem a exclusão destes componentes do MDE.

Assim os picos apresentados são as edificações e árvores no local que também alteram o escoamento superficial, tornando-se barreiras que desviam o fluxo das águas de chuva, além da abertura de vias que também alteram o percurso natural.

O escoamento das águas de chuva que antes da ocupação eram direcionadas para os cursos d'água na região, passam a desenvolver outros trajetos, principalmente

seguindo as ruas abertas, onde acumulam sedimentos, que muitas vezes invadem as residências localizadas nas áreas mais baixas do terreno, como pode ser observado nas fotografias 7.1 e 7.2 (Fig. 7), ambas da Ocupação Vitória.

Foto 7.1 – Água escoada para dentro de uma residencia na comunidade.

Fonte: Autores.

Foto 7.2 – Acúmulo de sedimento nas vias devido ao desvio do escoamento.

Fonte: Autores.

Fig. 7 – Água e sedimentos na área da ocupação antes das intervenções.

Estas alterações no fluxo da água e, consequentemente, o carreamento de sedimentos, pode ser observado de forma mais nítida na comparação dos mapas de direção do fluxo, gerado a partir dos Modelos Digitais de Elevação, elaborados antes e depois da instalação da ocupação, no ano de 2022, conforme apresentados nas Fig. 8 e Fig. 9, respectivamente.

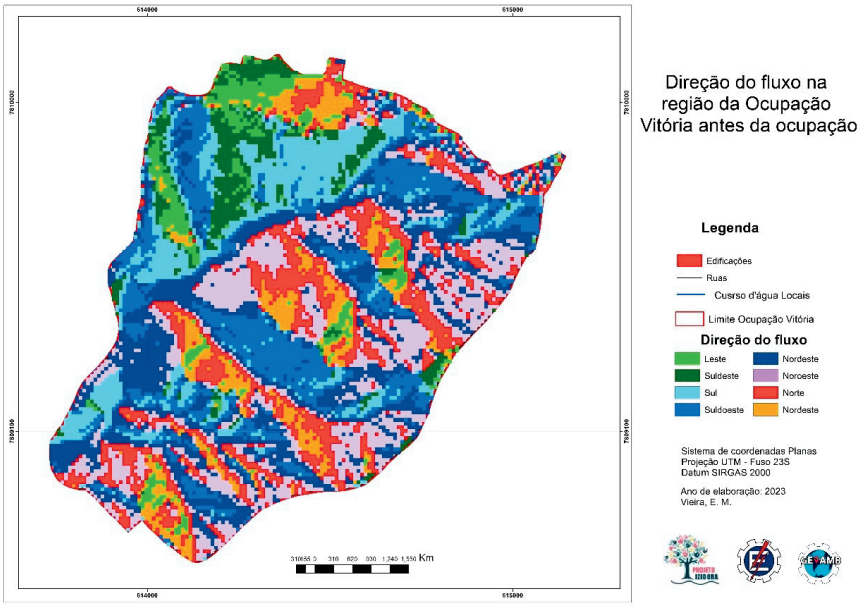


Fig. 8 – Direção do fluxo na região da Ocupação Vitória antes da ocupação.

Na Fig. 8, percebe-se a direção do fluxo voltada paras os cursos d'água na região, já na Fig. 9, após as intervenções causadas pela ocupação, com a abertura de vias e a construção de moradias, observa-se que não há mais um direcionamento para os cursos, assim o fluxo é desviado e concentra nas vias, gerando, muitas vezes, fluxos torrenciais invadindo as casas, principalmente nas regiões mais baixas.

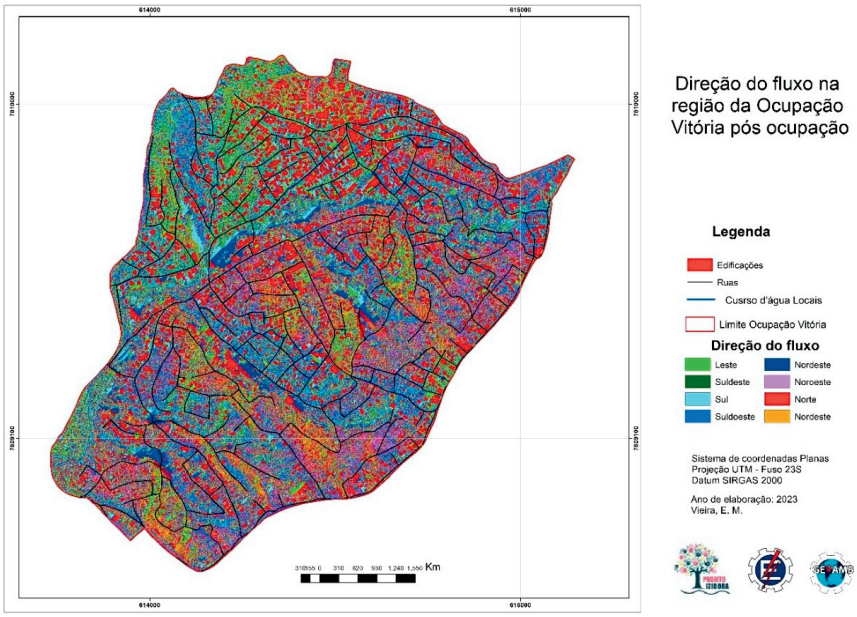


Fig. 9 – Direção de fluxo na região da Ocupação Vitória pós ocupação.

Para o acompanhamento da variabilidade florestal na microbacia Isidoro, suas alterações no uso e cobertura do solo, bem como a verificação do desmatamento e regeneração florestal na área de estudo, foram empregadas imagens de satélite entre os anos de 1985 e 2022.

Para tanto, foram obtidas cenas do Sensor *Thematic Mapper* (TM) do satélite Landsat 5, do Sensor *Disaster Monitoring Constellation* (DMC) do satélite DMC UK-2 e do Sensor *Operational Land Imager* (OLI) do satélite Landsat 8. Para suprir lacunas de imagens na série Landsat para o ano de 2012, empregou-se:

- Sensor TM do satélite Landsat 5 para os anos de 1985 a 2011;
- Sensor DMC do satélite DMC UK-2 para o ano de 2012;
- Sensor OLI do satélite Landsat 8 para os anos de 2013 a 2022.

Todas as imagens utilizadas para o presente trabalho foram retiradas do Serviço Geológico dos Estados Unidos (https://earthexplorer.usgs.gov/), durante o segundo trimestre de cada ano, buscando assim condições de clima semelhantes, para melhor

confiabilidade das análises. Na Fig. 10, estão todas as imagens trabalhadas. Na sequência histórica percebe-se o surgimento da ocupação entre os anos de 2013 e 2014.

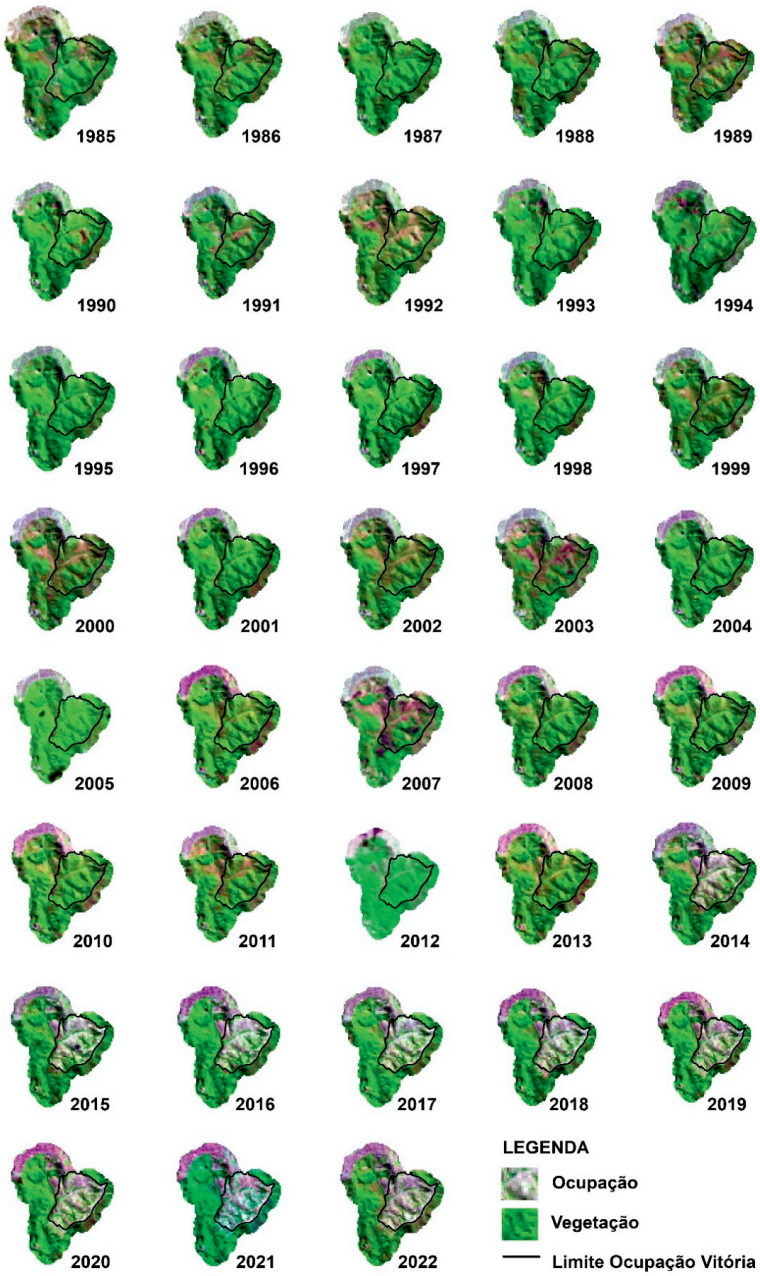


Fig. 10 – Imagens de satélite da bacia do córrego Macacos.

Empregando a classificação supervisionada para a identificar o uso do solo na série histórica, cenas dos anos de 1985, 1992, 2002, 2014 e 2022 como datas representativas das modificações do uso do solo para a bacia, foram delimitadas as classes de uso “Solo exposto”, englobando áreas desprovidas de vegetação, “Áreas antrópicas” que incluem as edificações e ruas, e a classe “Vegetação” que agrupa áreas de mata nativa e pastagens com arbustos e a vegetação rasteira. Assim, na Fig. 11, são apresentados os usos obtidos por meio da classificação Random Forest.

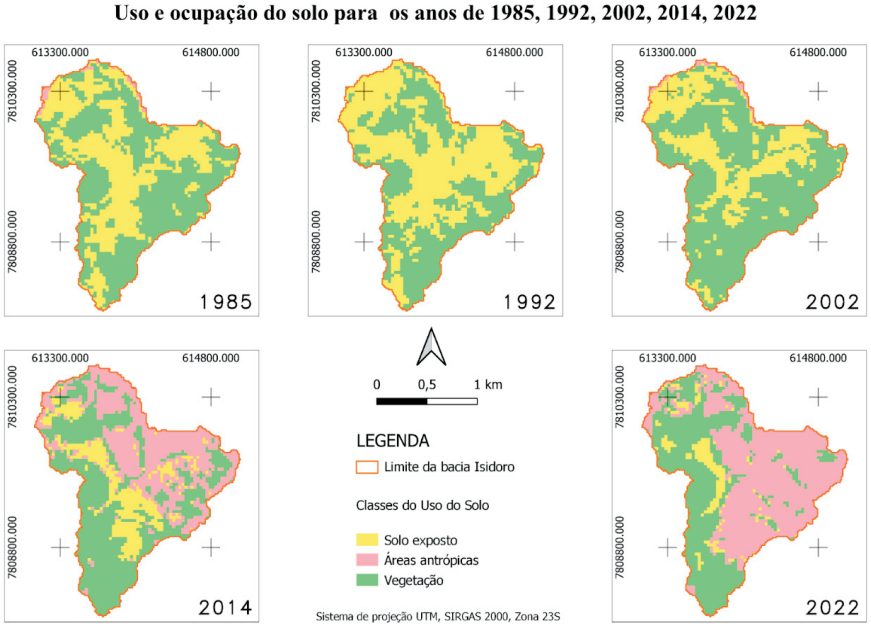


Fig. 11 – Uso e ocupação do solo para a bacia do córrego Macacos.

Observa-se que até o ano de 2013 permaneceram predominantemente na bacia os usos classificados como Vegetação e Solo exposto, já a partir do ano de 2014 a área urbana está presente com tendencia de crescimento para as direções norte, noroeste, leste e sudoeste da bacia, como observado na figura do ano de 2022.

A ocupação do território pode ser observada no levantamento aéreo realizado pela equipe do projeto, com o emprego do Drone. Pode-se observar as regiões com remanescentes florestais e as efetivamente ocupadas na Fig. 12.

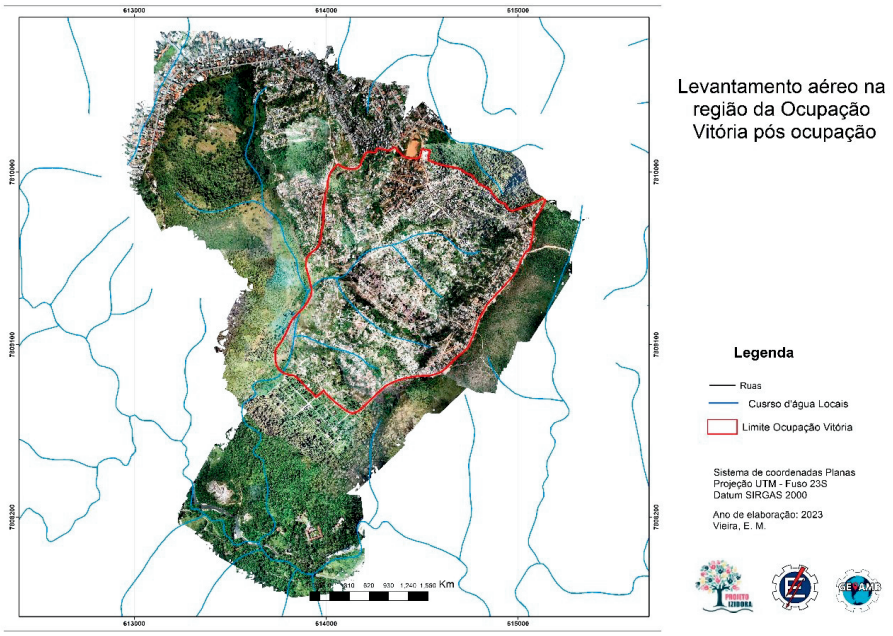


Fig. 12 – Levantamento aéreo da bacia do córrego Macacos.

Como consequência, foi observada uma redução nos fragmentos florestais, resultado do desmatamento e antropização da bacia. Segundo Guariz e Guariz (2020) a exclusão dos fragmentos florestais causam diversos impactos aos processos ecológicos do meio afetando fauna e flora da bacia, sendo necessária a implementação de técnicas de recuperação da vegetação, criação de corredores ecológicos entre as áreas e recuperação das áreas de preservação permanente (APP) com o emprego de técnicas que minimizam a geração e o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos.

Mesmo com o surgimento da ocupação na bacia, a área de vegetação ainda é expressiva, como pode ser observado na tabela I. Outro ponto interessante também, é a presença de solo exposto em todos os anos avaliados.

Tab. I - Quantificação das áreas de uso e ocupação para os anos em destaque.

Classes de uso do solo	Área (km²)				
	1985	1992	2002	2014	2022
Solo exposto	1,111	1,367	0,809	0,424	0,190
Área urbanizada	0,000	0,000	0,032	0,886	1,313
Vegetação	1,391	1,165	1,692	1,224	1,030

Analisando os dados da Tab. 1, é possível concluir que houve uma progressiva alteração do uso das regiões já desmatadas em 1985, classificadas inicialmente como solo exposto, e que passaram a ser áreas ocupadas pela comunidade.

Também é possível observar que a expansão desordenada está cada vez mais agressiva, tomando cada vez mais as áreas que deveriam ser preservadas na bacia do córrego dos Macacos e seus tributários, ocupando os locais das nascentes nas regiões norte, noroeste, leste e sudoeste.

Nota-se também, que para os anos de 2014 em diante, há um aumento das áreas vegetadas a oeste da bacia, mostrando uma regeneração florestal e uma possível conservação nas margens do córrego dos Macacos. Observação que deve ser analisada com estudo *in locu*, visto que as imagens não permitem a avaliação de quais espécies ocuparam a região. Foi constatado, apenas, que houve o surgimento de uma nova cobertura vegetal sem possibilidade de identificação se são espécies nativas.

A partir das classificações para os 37 anos em análise, foi possível elaborar a Fig. 13 que demonstra a evolução multitemporal do uso e ocupação do solo na bacia, em km².

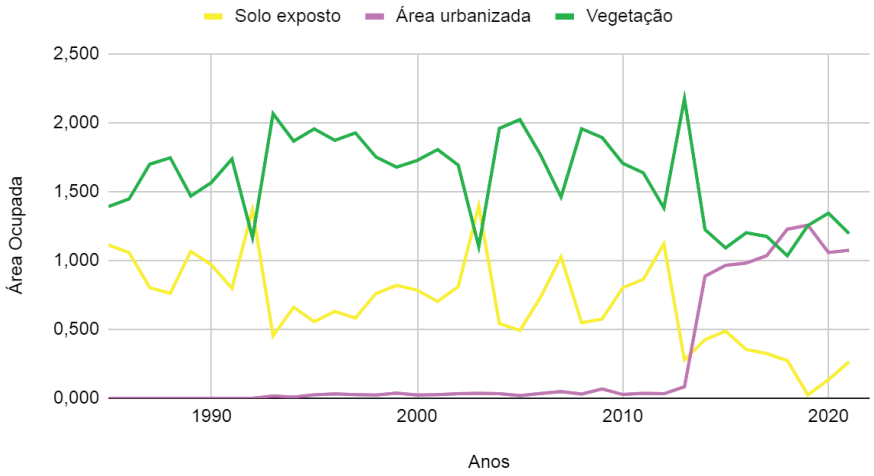


Fig. 13 - Evolução multitemporal do uso e ocupação do solo.

Assim, nos anos de 1992 e 2003, percebe-se uma alternância do uso predominante na bacia que era vegetação para solo exposto, podendo ter sofrido influência principalmente de áreas pastagens que podem ser classificadas como solo exposto quando sua degradação está acentuada. Para os anos de 2013 a 2022 observa-se que as de solo exposto foram gradualmente sendo ocupadas.

Com implantação da ocupação, e consequente alteração dos usos do solo da bacia, ocorreu a alteração na direção dos fluxos hídricos nesta (como já demonstrando anteriormente), e observou-se o acúmulo de sedimentos das ruas e nas áreas onde anteriormente eram os leitos dos rios e regiões de menores altitudes.

Para que as escolhas de medidas que minimizam estes problemas sejam assertivas, é importante o conhecimento das características e atributos da bacia que contribuem para geração de sedimentos.

Para avaliar o potencial erosivo foi utilizada a Equação Universal de Perda dos Solos – EUPS na região, com a espacialização de cada fator usando o QGIS onde foram gerados 5 mapas parciais que, ao serem multiplicados originaram o fator A. Esses mapas parciais podem ser observados na Fig. 14.

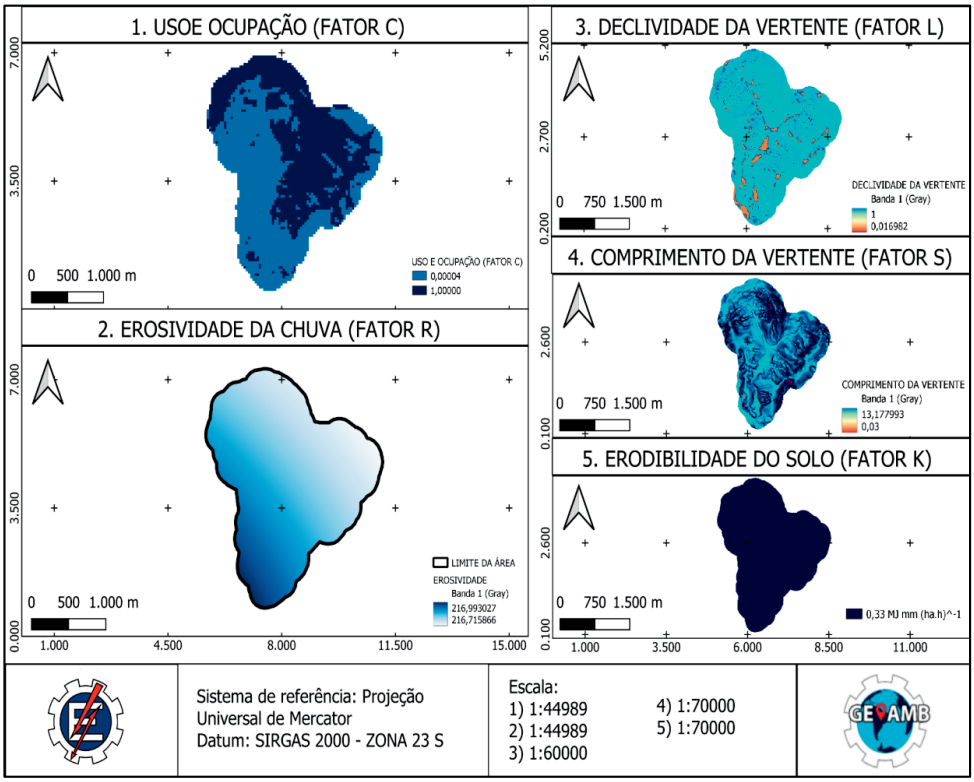


Fig. 14 - Fatores que compuseram a determinação da perda de solo. Fonte. Autores (2022).

Dentre os parâmetros empregados na EUPS, o uso e ocupação possui grande importância, já que ele é responsável por definir a incidência ou não do potencial erosivo da área considerada. Por exemplo, em um caso em que exista uma declividade alta somada a um solo muito intemperizado e grande incidência de chuvas, é esperado uma perda de solo alta, entretanto a ocorrência de mata fechada, faz com que a degradação do solo neste local tenda a zero. Desse modo, destaca -se a importância do fator C neste cálculo.

Assim, por meio da multiplicação dos cinco fatores foi obtida a espacialização do potencial de perda de solo na bacia do córrego Macacos para o ano de 2022, apresentado na Fig. 15.

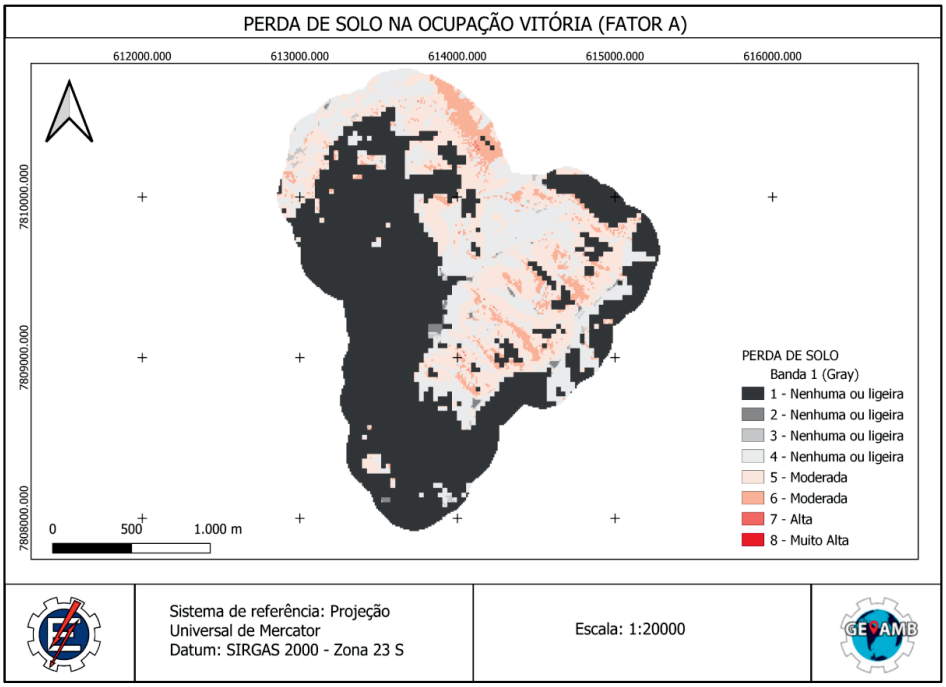


Fig. 15 - Espacialização da perda de solo (fator A) na bacia do córrego Macacos. Autores (2022).

É importante destacar que o resultado apresentado é valido somente para as condições presentes no ano de 2022, visto que, caso ocorram alterações dos usos presentes na bacia, o potencial erosivo também se alterará no local da intervenção podendo ser para mais, no caso de ações de remoção da vegetação natural ou para menos, nos casos de revegetação e adoção de medidas conservacionistas.

Conclusões

Com a elaboração deste trabalho percebeu-se, de forma clara, como a implantação da Ocupação Vitória alterou as características da bacia do córrego Macacos, alterando o relevo com os serviços de terraplanagem para a implantação das ruas e construção das casas.

As alterações do relevo e a ocupação desordenada da região trouxe por consequência a alteração da direção do fluxo da água de chuva na bacia que deixou de escoar para os rios, invadindo casas e ruas.

Esta alteração está relacionada também com a remoção da vegetação natural ao longo dos anos. Assim, com a construção das ruas e remoção da vegetação houve também o carreamento de sedimentos que se depositam nas vias e nos leitos dos rios.

A região com maior potencial erosivo na bacia do córrego Macacos é a área da Ocupação Vitória e as regiões de solo exposto. Este potencial cresce à medida em que se remove a vegetação natural. Assim, medidas que busquem a recuperação da vegetação ou intervenções que promovam o retorno do fluxo para o leito dos rios e, ainda, ações de contenção de sedimentos podem melhorar a situação da Ocupação Vitória.

Agradecimentos

Agradecemos ao projeto “Recuperação de Áreas Degradadas do Córrego Isidoro, Belo Horizonte - MG”, projeto selecionado no edital promovido pelo Ministério de Desenvolvimento Regional – MDR- "Águas Brasileiras" (março de 2021), Fundo Socioambiental - FSA da Caixa Econômica Federal - CEF. Acordo de Cooperação Financeira 209/2021, e coordenado pela A RMPC - Meio Ambiente, reunindo uma equipe de especialistas de universidades federais e privadas (UFMG, UNIFEI, FUNCESI) para trabalharem junto a centenas de famílias que residem na Ocupação Vitória.

Bibliografia

Arruda, A. E. & Heller, L. 2012. Acesso à água e esgotos em ocupação urbana na Região Metropolitana de Belo Horizonte: efeitos na saúde, qualidade de vida e reações de Gênero. Physis: Revista de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 32(2), e320204.

Delecave, J. & Leitão, G. 2012. Urbis: a luta pela moradia na região metropolitana do Rio de Janeiro: a Vila Getúlio Cabral. Boletim Científico Sapiens Research, v. 2 (2), p. 58-64.

Dias, M. T. F. et al. 2015. Ocupações urbanas e direito a cidade: excertos da cartografia sociojurídica da Comunidade Dandara, em Belo Horizonte. In: DIAS, M. T. F. et al. (Orgs.). Estado e propriedade: estudos em homenagem à Professora Maria Coeli Simões Pires. Belo Horizonte: Fórum, p. 361-384.

Guariz, H., & Guariz, F. 2020. Avaliação do Tamanho e Forma de Fragmentos Florestais por Meio de Métricas de Paisagem para o Município de São Roque do Canaã, Noroeste do

Estado do Espírito Santo. Revista Brasileira de Geografia Física, 13(5), 2139-2153. doi: https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2139-2153

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. População cresce, mas número de pessoas com menos de 30 anos cai 5,4% de 2012 a 2021. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/34438-populacao-cresce-mas-numero-de-pessoas-com-menos-de-30-anos-cai-5-4-de-2012-a-2021. Acesso: 26/06/2023.

IDE-SISEMA. 2023. Base de dados cartográficas. Disponível em: https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis.

INMET, 2022. Normais climatológicas. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais Acesso em: 05 junho 2022.

Motta, D. M. 2004. As metrópoles e os desafios da política urbana. In: RIBEIRO, Luiz César de Queiroz. A metrópole: entre coesão e fragmentação, a cooperação e o conflito. São Paulo: Editora Perseu Abramo, p.127-156.

PBH. Prefeitura de Belo Horizonte, 2019. Plano Urbano Ambiental da Região do Isidoro. Belo Horizonte. PBH. Prefeitura de Belo Horizonte. Operação Urbana Isidoro. Belo Horizonte.

Santos, M. 2006. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. Ed São Paulo EDUSP. 260 p..

USGS. United States Geological Survey., 1985 - 2011. Using the USGS Landsat 5 Product. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/ . Acesso em: 05 jun 2022.

USGS. United States Geological Survey., 2012. Using the USGS DMC UK-2 Product. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em: 05 jun 2022.

USGS. United States Geological Survey., 2013 - 2022. Using the USGS Landsat 5 Product. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/ . Acesso em: 05 jun 2022.

Cap. 03

"O Papel das Macrófitas na Depuração de Águas Contaminadas por Esgotos: Córrego Macacos, Belo Horizonte (MG)"

Autores:
Ricardo Motta Pinto-Coelho[(1)], Luís Alberto Saenz Isla[(2)] & Eliane Vieira[(3)]

(1): RMPC – Meio Ambiente Sustentável - ME, Rua José Ribeiro Filho, 207/803 CEP 31330-550 Belo Horizonte (MG)
(2): LASI – Luis Alberto Saenz Isla – ME
Rua Aureliano Lessa, 217 Casa 03, Bairro Liberdade, Belo Horizonte MG. CEP 31270-200
(3): Rua Irmã Ivone Drumond, 200 – Distrito Industrial II, Itabira – MG

CEP 35903-087.Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Campus de Itabira (MG)

E-mail (correspondência: rmpc@rmpcecologia.com)

Resumo

O estudo teve como objetivo demonstrar os serviços ecológicos prestados por um mosaico natural de brejos de taboas (*Typha domingensis*) na depuração do aporte de esgotos não tratados em um córrego urbano, o Córrego Macacos. Esse córrego recebe as águas servidas oriundas de uma comunidade de cerca de 4.500 residências (Ocupação Vitória, Belo Horizonte MG, Brasil). Foram realizadas sete campanhas de monitoramento das águas entre junho de 2022 e outubro de 2023, englobando as diferentes fases do ciclo sazonal. Foram amostrados regularmente 20 diferentes pontos de coletas e feitas análises de 23 variáveis limnológicas. Durante o período de estudos, a comunidade permaneceu carente de qualquer tipo de saneamento público básico, ou seja, sem água tratada ou esgotamento sanitário. Os resultados obtidos revelaram que os pontos situados a jusante dos brejos no córrego Macacos sofreram redução nas seguintes variáveis: amônia, nitrato, ortofosfato, DBO, DQO, coliformes totais, coliformes termotolerantes, turbidez e sólidos totais. O estudo finaliza com propostas de monitoramento participativo popular, associado às ações de conservação e recuperação no ambiente estudado que são o produto de um projeto inovador, o Projeto Izidora (www.projetoizidora.com), que resulta de cooperação multilateral, envolvendo um banco público, universidades, empresas sustentáveis e a comunidade, todos atuando para minorar as os impactos da extrema pobreza e da miséria das periferias urbanas do país.

Abstract

The study aimed to demonstrate the ecological services provided by a natural mosaic of Taboas wetland (*Typha domingensis)* in the water quality improvement of untreated sewage in an urban stream catchment basin, Córrego Macacos (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil). This stream receives wastewater from a community of around 4,500 homes (Ocupação Vitória, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil). Seven monitoring campaigns were carried out between June 2022 and October 2023, covering the different phases of the seasonal cycle. 20 different collection points were regularly sampled and 23 different limnological variables were considered. During the study period, the community remained in need of any type of basic sanitation (i.e. without treated water or any kind of public sanitation). The results revealed that the points located downstream of the Taboas swamps in the Macacos stream suffered a reduction in the following variables: ammonia, nitrate, orthophosphate, BOD, COD, total coliforms, thermotolerant coliforms, turbidity and total solids. The study concludes with proposals for participatory monitoring practices for conservation and restoration efforts in the investigated area. These practices stem from the innovative Izidora Project (www.projetoizidora.com), a collaborative effort involving a public bank, universities, sustainable businesses, and the local community. The project aims to alleviate the impacts of extreme poverty and misery in urban peripheries through joint action.

Palavras-chave: taboa, *Typha domingensis*, poluição, esgotos, brejos, miséria, serviços ecológicos.

Keywords: *Typha domingensis*, pollution, sewage, swamps, poverty, ecological services.

Introdução

As zonas alagadas são áreas de terra que ficam submersas durante parte ou a totalidade do ano devido à sua localização que confere condições geomorfógicas, hidrológicas muito particulares e marcam bastante a paisagem dos ecossistemas em que se inserem.

As zonas úmidas são encontradas em baixios topográficos (depressões) ou em áreas com encostas altas e solos de baixa permeabilidade (taludes de infiltração). Em outros casos, as zonas úmidas podem ser encontradas em locais mais altos, em casos onde o solo está mal drenado. Dependendo da região considerada, as zonas úmidas recebem diferentes nomes tais como brejos, banhados, charcos, pântanos, alagados, várzeas alagáveis, etc.

As áreas brejosas alagadas formam uma transição entre terras altas (sistemas terrestres) e os ecossistemas tipicamente aquáticos, tais como rios, lagos, etc.

O princípio unificador das zonas úmidas é que essas áreas permanecem alagadas o tempo suficiente para excluir espécies de plantas que não podem crescer em solos saturados de água. Por outro lado, esses biótopos apresentam uma dinâmica de inundação e seca que permite a colonização e a evolução de organismos altamente adaptados à essas condições (Kaldec & Wallace, 2009).

Os pulsos alternados de alagamento e de seca que se repetem sazonalmente nesses biótopos alagáveis conferem características muito peculiares seja à vegetação, à microfauna que é normalmente muito rica em invertebrados particularmente de nematóides, anelídeos, moluscos, insetos, bem como de anfíbios, peixes, aves e muitos outros vertebrados.

Os brejos e as áreas úmidas também se destacam por apresentar propriedades do solo e qualidade de água típicas. Em relação aos ecossistemas terrestres, o solo das áreas úmidas apresenta baixa oxigenação, baixa taxa de oxidação dos minerais, além de temperaturas e taxas de radiação mais elevadas.

Segundo Kaldec & Wallace (2009), existem três tipos de zonas húmidas:

(a) As zonas úmidas de superfície de água (ZUAL) livre que apresentam áreas de águas abertas, que seriam tipicamente os brejos ou pântanos.

(b) Zonas úmidas subterrâneas horizontais (ZUSH), que normalmente empregam um leito de cascalho ou sedimentos mais grosseiros , cobertos com

vegetação pantanosa. A água é mantida abaixo da superfície e flui horizontalmente da entrada para a saída.

(c) Zonas úmidas verticais (ZUVERT), onde a água é distribuída em toda a superfície de um leito (perfil) de solo poroso (areia, ou cascalho) com vegetação pantanosa.

No presente, estudo, brejos de taboas poderiam ser incluídos na categoria (a), acima, ZUAL.

Em relação aos ecossistemas lóticos do entorno, os brejos constituem-se em áreas de deposição de sedimentos inorgânicos e de nutrientes essenciais, podendo acumular também grandes quantidades de matéria orgânica. O menor sombreamento, por outro lado, garante maiores valores de temperatura e de radiação solar. Como resultado, as áreas alagadas apresentam alta produção e elevado metabolismo microbiano. As florestas inundáveis, os Igapós, ao contrário, constituem-se em biótopos inundáveis com características especiais, devido ao elevado sombreamento. No entanto, como todas as demais áreas inundadas, essas florestas inundadas dependem em grande parte do aporte alóctone de carbono e de nutrientes.

Os brejos e as várzeas alagáveis são também importantes como abrigos e locais de reprodução de peixes e outros vertebrados aquáticos. Outra característica importante dos brejos é a capacidade de "filtrar" e reter nutrientes e de matéria orgânica, sejam eles de origem alóctone ou autóctone.

As áreas úmidas que ocorrem em áreas densamente habitadas têm sofrido muito com os impactos antrópicos e a sua preservação impõe desafios muito especiais. Dessa forma, são biótopos que perfazem um modelo de estudo que une as ciências naturais e as ciências sociais, onde fica clara a interação entre os processos ecológicos e as atividades humanas. Dessa forma, o estudo das funções, dos serviços ecológicos e dos problemas apresentados pelos brejos tem sido o ponto focal de muitas publicações recentes (Turner et al. 2000).

As áreas úmidas não somente oferecem inúmeros serviços ambientais às populações humanas do seu entorno. Zhang et al. (2020) fornecem uma tipologia dos principais serviços ambientais fornecidos pelas áreas úmidas: 1- suprimento de biomassa e alimentos, 2- regulação atmosférica, hídrica e ecológica e 3- serviços culturais diversos. Esses serviços também podem ser quantificados em termos financeiros (Zhao et al., 2005; Chen et al. 2020; Zhao et al. 2020). Por outro lado, essas

áreas são ecossistemas muito sensíveis e que apresentam uma elevada dinâmica espaço-temporal em sua estrutura e funcionamento (Zhang *et al* 2021; Zhao, et al. 2005), além de apresentarem importantes desafios em termos de saneamento e saúde pública.

Outro serviço ambiental prestado pelas áreas alagadas e que tem atraído a atenção dos ecólogos é a sua capacidade em depurar e terminar o tratamento (polimento) de águas poluídas (Dhote & Dixit, 2007; Dhote & Dixit, 2009). Essa poluição pode ser devida não somente ao aporte de esgotos domésticos *in natura* ou parcialmente tratados, mas também pode ser originada pelos mais diversos tipos de efluentes industriais, da mineração, da aquicultura/piscicultura, não devendo deixar de mencionar o *run-off* de monocultivos agrícolas e da silvicultura (Brix, 1994; Henry-Silva & Camargo, 2006; Kaldec & Wallace, 2009; Matos et al., 2012; Justin et al. 2022).

O uso das macrófitas no tratamento de esgotos se disseminou amplamente em várias partes do mundo. A construção de brejos "artificiais" com objetivo de tratar águas poluídas é hoje reconhecida como uma alternativa eficiente e barata de tratar águas contaminadas por esgotos e outros poluentes (Vymazal, 2010; Sezerino et al. 2015; Machado et al. 2016; Vasconcelos et al. 2020; Justin et al. 2022).

Considerando não somente a sua importância ambiental dos brejos e alagados, mas sobretudo em decorrência do elevado grau de degradação que esses ecossistemas estão sofrendo em todo o mundo, tem crescido muito o interesse no desenvolvimento de novas estratégias de manejo, recuperação e conservação.

O presente estudo pretende demonstrar o efeito de depuração de brejos em uma área urbana ocupada por populações de baixa renda, localizada na periferia da região metropolitana de Belo Horizonte. Pretende-se demonstrar a hipótese de que os brejos são capazes de reter grande quantidade de nitrogênio e fósforo bem como diminuir a contaminação por microrganismos associados aos esgotos não tratados.

Os dados desse estudo foram obtidos no programa de monitoramento participativo da qualidade de água que faz parte do Projeto "Recuperação de áreas degradadas da microbacia do Isidoro Sub-bacia Rio das Velha – Ocupação Vitória", cujo nome fantasia é "Projeto Izidora" (www.projetoizidora.com). Esse projeto resulta do Acordo de Cooperação Financeira (ACF 209/2021), assinado com Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal dentro do Edital "Águas Brasileiras". O ACF 209/21 teve como objetos recuperar as nascentes, matas ciliares e monitorar as águas degradadas

do Córrego Macacos que está situado dentro de uma das maiores ocupações urbanas da região metropolitana de Belo Horizonte, a Ocupação Vitória, lar para 4.500 famílias. o córrego Macacos pertence à bacia do Ribeirão Isidoro, tributário do Ribeirão do Onça que, por sua vez, deságua no Rio das Velhas, bacia hidrográfica do Rio São Francisco.

Área de Estudos

A área de estudos do projeto Izidora é também conhecida como "A Mata do Isidoro (Granja Werneck)". Essa área estende-se por 950 hectares e está localizada na região norte de Belo Horizonte na divisa com o município de Santa Luzia.

A "Granja Werneck" apresenta um grande potencial para se tornar um dos maiores parques urbanos do mundo, superando em duas vezes o tamanho do parque Cidade Dona Sarah Kubitschek (420 ha), localizado em Brasília (DF), que é considerado uma das maiores áreas verdes em todo o mundo.

Dos 45 bairros que fazem parte da região administrativa norte, 16 fazem divisa direta com a "Granja Werneck". Ao Norte, essa região limita-se com o município de Santa Luzia, em áreas de ocupação já consolidadas, e conta ainda com extensas áreas florestais ainda desocupadas, contendo um grande número de nascentes, brejos e córregos.

O presente estudo está focado na Ocupação Vitória e na bacia de drenagem do córrego Macacos que inclui ainda as propriedades do entorno (Casa Francisco, de propriedade da Cúria Metropolitana de Belo Horizonte e as Fazendas da família Werneck e do Grupo EPA).

A maior ênfase foi dada aos setores se encontram as nascentes dos tributários da margem direita do Córrego Macacos (N-1 A, N1-B, N2, N3-A e N3-B) que receberam diversas intervenções do Projeto Izidora, tais como melhorias na drenagem e proteção de nascentes e plantio de florestas urbanas.

Foram amostrados um total de 20 pontos de coletas. A maior parte deles está localizada no interior da Ocupação Vitória/Casa Franciso. Nesses locais, foram monitorados 15 pontos (01, 02, 04, 06-B, 06-C, 07, 07-A, 07-B, 07-C, 08, 09, 10, 12, 13, 16).

Outros cinco pontos de coletas foram demarcados em três córregos situados no entorno na ocupação, em regiões urbanizadas. No córrego Fazenda Velha ou Tamboril (bairro Tupi), foram monitorados dois pontos de amostragem (19, 20). No córrego Terra Vermelha (bairro Jaqueline), foram monitorados mais dois pontos de amostragem (17, 18). Finalmente, foi amostrado o ponto 21 no Córrego Izidoro está situado à jusante de todos os pontos acima (Tab 01).

É possível agrupar esses pontos em três categorias ("Tratamentos"):

(1) Pontos do Cor. Macacos e seus tributários situados à montante das áreas alagadas (brejos): 01, 02, 04, 06-B, 06-C, 07, 07-A, 07-B, 07-C, 08, 09, 10, 12.

(2) Pontos do Cor. Macacos situados à jusante das áreas alagadas: 13, 16.

(3) Pontos situados em outros córregos situados nas regiões urbanizadas: 17,18, 19, 20 e 21.

Tab. 1- Numeração, descrição e coordenadas geográficas dos pontos de coleta do Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ambiente Aquático/Projeto Izidora.

Ponto de Coleta	Descrição do Ponto	Coordenadas		Altitude (mt)
		Sul	Oeste	
P-01	Nascente Cór. Macacos	-19,80075	-43,91436	764,677
P-02	Cór. Macacos – Campinho	-19,803107	-43,914368	756,756
P-04	Cór. Macacos - Prox. Rua da Fé	-19,807045	-43,91257	753,909
P-06-B	Cór. Macacos – Taboas	-19,805712	-43,908811	757,071
P-06-C	Cór. 3-A - Rua Jacarandá	-19,805835	-43,907725	759,921
P-07	Nascente Cór. Areal 3B	-19,807442	-43,906137	776,222
P-07-A	Corr. Gavião - Rua Jacarandá	-19,80501	-43,905168	764,824
P-07-B	Ponto Próx. Nascente 3-B (Rua Jacarandá)	-19,805673	-43,904995	773,924
P-07-C	Ponto Próx. Nascente 3-B (Gavião)	-19,805708	-43,904831	775,548
P-08	Rua Sta. Maria (Nascente 2) Bica	-19,809355	-43,908314	770,151
P-09	Córrego Magno - Rua Jacarandá	-19,807396	-43,910924	752,801
P-10	Córrego Baixada - Casa Paulinha	-19,810777	-43,912067	754,158
P-12	Nascente 01 - Córrego baixada horta	-19,811709	-43,911165	764,43
P-13	Cór. Macacos - Poço Azul	-19,812976	-43,915289	735,219
P-16	Cór. Macacos – Casa Francisco	-19,817291	-43,914238	731,997
P-17	Rib. Terra Vermelha (Nascente)	-19,807598	-43,935623	767,764
P-18	Rib. Terra Vermelha (Jusante) prox. Cór. Isidoro	-19,808838	-43,925081	735,219
P-19	Rib. Tamboril – Nascente	-19,831567	-43,922482	771,461
P-20	Rib. Tamboril (Jusante) próx. Córr. Isidoro	-19,822941	-43,93026	740,897
P-21	Cór. Isidoro, em frente Casa Francisco	-19,820996	-43,912041	735,451

A Fig. 01 mostra a localização de cada um desses pontos.

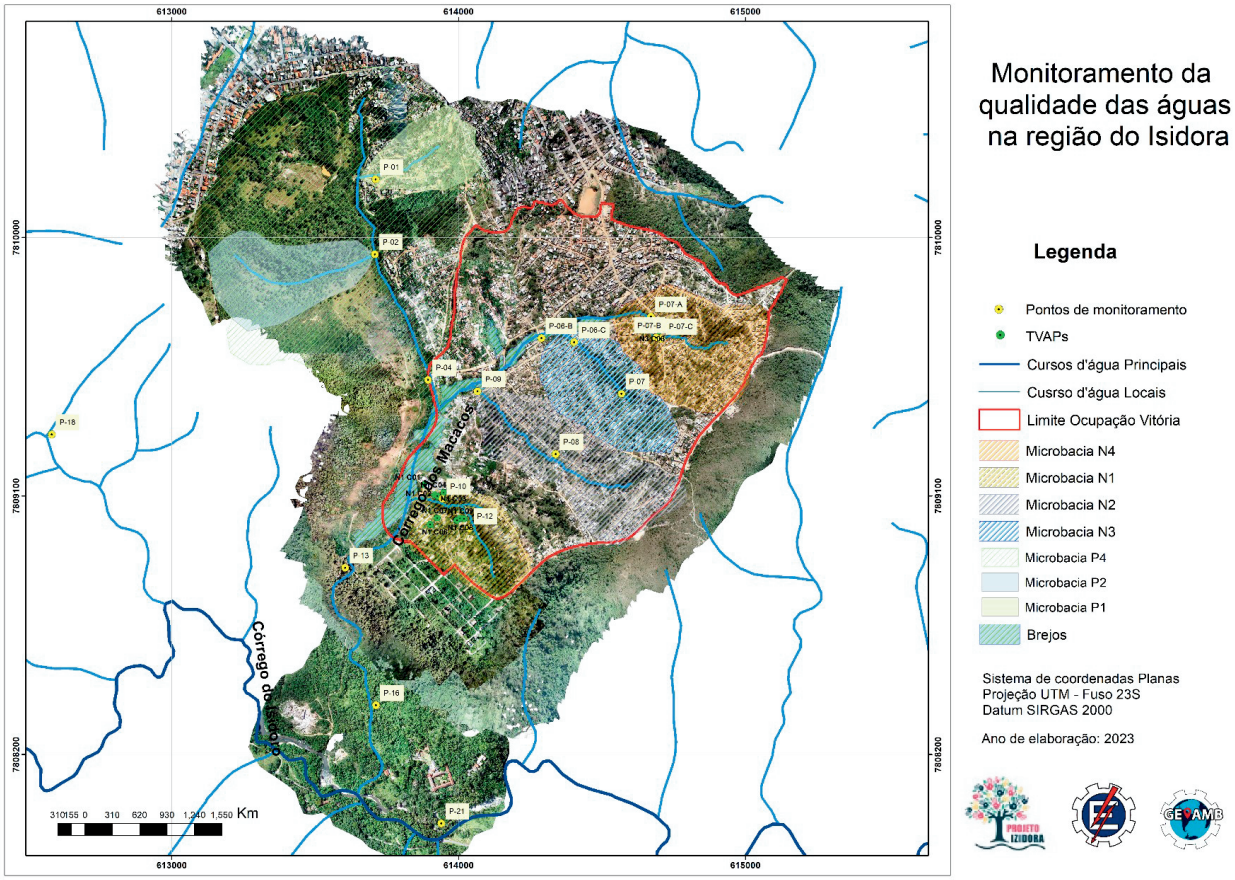


Fig. 01 – Microbacias do Córrego Macacos, áreas dos brejos, pontos de coletas e locais onde foram instalados os tanques de evapotranspiração (TEVaps).

A microbacia do córrego Macacos possui uma área de 171,9 ha e os diferentes córregos que a compõem percorrem uma distância total de 12,8 km. Na área de estudos (bacia do Córrego Macacos), destaca-se a presença de extensas áreas ocupadas pelos brejos compostos quase que exclusivamente pela taboa (*Typha domingensis*), planta aquática muito frequente em brejos e alagados, em todo o Brasil (Mansor 1998, Lima 1998, Valentim 1999). A área total ocupada pelos brejos é de 5,74 ha (Tab. 2).

Tab. 2 – Dados morfométricos sobre a bacia do córrego Macacos, suas microbacias e as áreas alagadas (brejos). Vide Fig. 01.

Microbacia	Área (m2)	Perímetro (m)		Brejos	Área (m2)	Perímetro (m)
Micro P1	82663,25	1148,78		1,00	2635,12	323,44
Micro P2	132017,89	1504,42		2,00	5082,68	397,88
Micro P4	898623,07	3778,07		3,00	6815,88	628,12
Micro N1	115907,10	1318,09		4,00	9280,50	783,28
Micro N2	186697,32	2038,52		5,00	25524,41	1213,66
Micro N3	129928,18	1434,19		6,00	8039,61	570,88
Micro N4	166075,16	1586,61				
Total	1711911,97	12808,68			57378,20	3917,26
	171,19 ha	12,81 km			5,738 ha	3,92 km

Em cada ponto de coleta, foram registradas as coordenadas geográficas e a altitude, obtidos com auxílio de um GPS E-track da Garmin, bem como a data e a hora de coleta.

Em cada oportunidade, foi feito um registro fotográfico do ponto, procurando descrever as suas condições gerais (presença de lixo nas margens, odores e aparência da presença de esgotos, água de enxurrada, carcaças de animais mortos, etc.).

Foram consideradas 23 diferentes variáveis físico-químicas da água. Pequenas alterações nesse número total de parâmetros ocorreram entre as coletas por razões de logística ou pelo fato de que o ponto de coleta estava completamente seco na ocasião da visita ao local (tab. 3).

Tab. 3 - Lista de parâmetros de qualidade da água e a metodologia usada () para serem registrados nos pontos

	Parâmetro	Limite de Quantificação	Unidades	*Standard Methods (Baird et al.2017)*
1	Condutividade *in situ*	0	uS/cm	Sonda
2	pH *in situ*			Sonda
3	Temperatura da amostra *in situ*	0,1	ºC	Sonda
4	Temperatura do ar *in situ*	0,1	ºC	Termômetro máxima/mínima
5	Amônia	20	µg/L (ppb)	AMB 082
6	Fósforo total T-PO_4^3	20	µg/L (ppb)	4500 P,B,E
7	Ortofosfato - PO_4^3	20	µg/L (ppb)	4110 B
8	Ortofosfato (P)	10	µg/L (ppb)	4110 B
9	Nitrato – NO_3	20	µg/L (ppb)	4110 B
10	Nitrito – NO_2	10	µg/L (ppb)	4110 B
11	Demanda Química de O_2	26,0	mg/L	5220 D
12	Demanda biológica de O_2	3,0	mg/L	5210 B
13	Dureza cálcica	0,4	mg/L	2340 B
14	Dureza total	3,0	mg/L	2340 B
15	Óleos e graxas totais	2,5	mg/L	5520 B
16	Sólidos totais	11,0	mg/L	
17	Sólidos totais fixos	11,0	mg/L	2540 E
18	Sólidos totais voláteis	11,0	mg/L	2540 E
19	Turbidez	0,3	NTU	2130 B
20	Sólidos sedimentáveis	0,3	mg/L	2540 F
21	Cloretos	1,0	mg/L	4110 B
22	Coliformes totais	1,0	NMP/mL	9223 B
23	Coliformes termotolerantes	1,0	UFC/100 mL	9222 B

Obs: as seguintes variáveis foram medidas *in situ*: temperatura do ar, temperatura da água, pH, condutividade e oxigênio dissolvido.

Nas sete campanhas realizadas, toda a rede amostral foi visitada em dois dias seguidos, sempre sob condições climáticas sempre similares entre os dois dias.

As atividades de amostragem começaram sempre às 08:30 hs (aproximadamente) e concluindo-as antes das 15 horas.

Metodologia

As amostras de água foram coletadas diretamente do ribeirão com baldes previamente ambientados com a água do local a ser amostrado. A partir do balde, eram tomadas alíquotas em diferentes frascos para as diferentes análises (Fig. 2-A).

As análises de oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e temperatura da água foram feitas "in situ", com o auxílio de uma sonda limnológica KR 86021 que foi ajustada previamente e calibrada no laboratório com soluções padrão com data de validade correta (Fig. 2-B).

As demais análises foram sempre executadas nos laboratórios da SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA**,** Rodovia MG-010, SN, KM 24,5, Vespasiano (MG).

Todas as amostras foram encaminhadas ao laboratório da GEOSOL, em caixas térmicas com gelo em abundância (<= 6,0 ^{o}C), dentro de 4 horas após a coleta, no máximo.

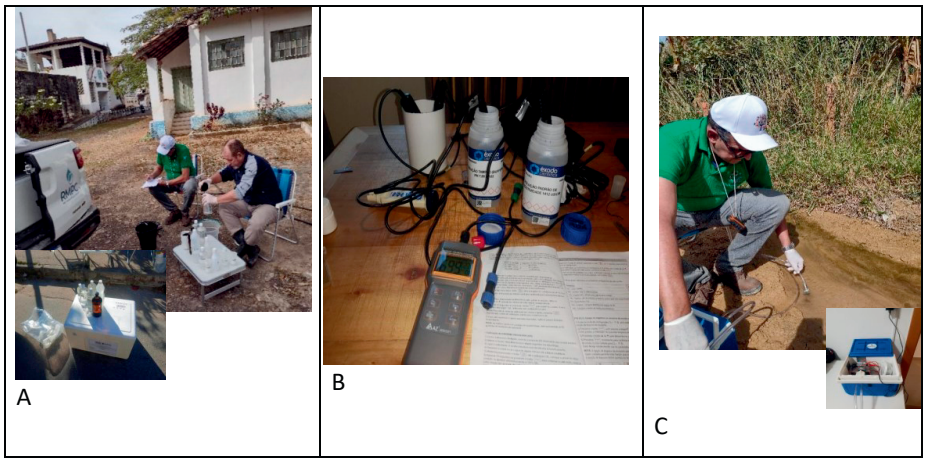


Fig. 02 – Aspectos da amostragem das águas no Projeto Izidora.

Em muitas situações, a coleta de água não pode ser feita com o balde porque não havia profundidade suficiente. Isso é o caso quando há apenas um fluxo laminar superficial ou quando se trata-se trata de um microhabitat que pode ser uma nascente (olhos de água). Sabendo desse desafio, a RMPC desenvolveu um aparato dotado de uma microbomba ligada a bateria de 12V que permitiu a coleta de água nesses

ambientes sem distúrbios que poderiam afetar, por exemplo, o oxigênio dissolvido ou a turbidez da água (Fig. 2-C).

Os resultados das análises foram entabulados em planilhas MS Excel. Para a representação gráfica dos resultados, optou-se por representá-los em histogramas estando os dados agrupados por variável e por campanha.

A seguir, os dados foram exportados para as análises estatísticas no formato CSV.

Análises estatísticas

As seguintes análises estatísticas foram executadas:

(a) Medidas de tendência central e dispersão

Essas medidas englobam a média, o desvio padrão e os valores mínimos e máximos observados. Incluiu-se aqui dois parâmetros muito importantes: a Curtose (*Kurtosis*) e o grau de assimetria ou distorção dos valores (*Skewness*). Ambos os parâmetros medem o grau de afastamento dos valores observados de cada uma das variáveis selecionadas em relação à curva gaussiana da distribuição normal.

A curtose mede o padrão de concentração de valores em torno de sua média. Uma curtose positiva indica uma curva afunilada com todos os valores muito próximos da média. Por outro lado, uma distribuição com uma curtose negativa terá uma forma plana, com valores espalhados por um intervalo maior em relação à média.

A assimetria ou o grau de distorção (*Skewness*) também pode também ter valores positivos ou negativos. Valores positivos desse parâmetro indiciam uma assimetria positiva, e a curva resultante terá uma 'cauda' mais longa à direita da média. Já os valores de *Skewness* negativos indicam uma distribuição com uma causa mais longa à esquerda da média.

O teste de Shapiro-Wilk avalia se a distribuição de valores de uma dada variável aproxima-se ou não de uma distribuição normal. Como resultado, o teste retornará a estatística *W*, que terá um valor de significância associada, o valor-*p*. Para dizer que uma distribuição é normal, o valor *p* precisa ser maior do que 0,05.

(b) ANOVA/Kruskall Walis

Fatores fixos são as variáveis independentes que definem os diferentes grupos ou tratamento. No presente caso, usou-se uma variável “Tratamento” com os seguintes valores: à montante das áreas brejosas, à jusante dessas áreas, áreas externas urbanizadas. Esses grupos foram isolados visando o teste das hipóteses para se verificar se as áreas alagadas foram ou não capazes alterar (reter ou não) N, P, coliformes, matéria orgânica e sedimentos.

As variáveis dependentes são as variáveis de interesse, ou seja, as variáveis associadas às hipóteses que se deseja testar. Elas são também chamadas de variáveis-resultado. No presente estudo, as seguintes variáveis dependentes foram usadas: fósforo total, ortofosfato, amônia, nitrito, nitrato, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis e sólidos totais, demandas química e biológica de oxigênio e os coliformes totais e termotolerantes.

Uma vez que várias variáveis aqui usadas não apresentam distribuição normal, utilizamos um teste não-paramétrico, o teste de Kruskall-Wallis. Os dados para essa análise são inerentemente classificados (escala nominal) ou se apresentam em postos (escala ordinal). O teste de Kruskall-Wallis é o teste não paramétrico utilizado na comparação de três ou mais amostras independentes.

Todas as análises estatísticas foram executadas pelo software JASP versão 0.18.1 (2023).

Resultados

Foram realizadas sete campanhas englobando as diferentes fases do ciclo sazonal (tab. 03). Um total de 138 pontos de coletas foram amostrados, tendo um mínimo de 22 e um máximo de 25 variáveis coletadas nas diferentes ocasiões. Foi montada uma matriz de 3371 registros (Tab. 4).

Tab. 4 – Datas das coletas, estação do ano, esforço amostral realizado nas sete campanhas limnológicas realizadas.

N	**Período**	**Ciclo sazonal**	**Número de Pontos**	**Número de Variáveis**	**Registros**
1	14-15 Junho 2022	Seca	20	22	440
2	08 -09 Agosto 2022	Seca	19	24	456
3	25-26 Outubro 2022	Seca/Chuva	20	25	500
4	27-28 Fevereiro 2023	Chuva	20	25	500
5	23-24 Março 2023	Chuva	20	25	500
6	14-15 Agosto 2023	Seca	20	25	500
7	02-03 Outubro 2023	Seca/Chuva	19	25	475
Total			138	171	3371

As temperaturas do ar/amostra variaram entre 21,0 e 40,0 ^{o}C e entre 17,0 e 33,2 ^{o}C, respectivamente. Os valores médios para essas variáveis foram de 30,4 ± 3,5 ^{o}C para o ar e 23,6 ± 3,6 ^{o}C para as águas, respectivamente (Tab. 5-A).

A condutividade elétrica apresentou valores relativamente elevados (média 310,1±155 µS/cm). O oxigênio dissolvido apresentou uma oscilação entre 0,4 e 8,0 mg/L com valor médio de 5,0±1,5 mgO_2/L (Tab. 5-A).

Todos os pontos de coletas apresentaram concentrações relativamente elevadas tanto para o nitrogênio quanto para o fósforo (Tab. 5-A). As médias para as diferentes

espécies de nitrogênio inorgânico foram 2.867,2, 1.256,9 e 111,5 µg-N, para a amônia, nitrito e nitrato respectivamente. Já o fósforo/ortofosfato-P apresentaram médias de 289,9 e 152,9 µg-P, respectivamente.

As demandas químicas (DQO) e biológicas (DBO) apresentaram amplas oscilações tanto nas componentes espaciais quanto em termos sazonais (Tab. 4-B). Os valores médios foram 41,6 ±38,8 e 7,4 ± 13,2 mg/L, para a DQO e DBO, respectivamente.

As águas no interior da Ocupação Vitória tanto a montante quanto a jusante das áreas brejosas apresentaram concentrações elevadas para os sólidos totais, sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis. Os valores médios para essas variáveis foram 285,5, 235,4 e 51,4 mg/L, respectivamente. A turbidez apresentou um valor médio de 103±361 NTU (Tab. 5-B).

Os cloretos variaram entre 1,0 e 58,0 mg/L com valor médio de 14,7±12,6 mg/L (Tab 5-A).

Os valores de distorção (*Skewness*) sempre estiveram fora do intervalo -0,5 - +0,5, exceto para as temperaturas do ar e da água (Tab. 5-A e B).

A curtose (*Kurtosis*) exibiu valores quase sempre superiores a 1,0, exceto para as variáveis da temperatura (amostra e ar) e o oxigênio (tab. 5-A e B)

O teste Shapiro-Wilk demonstrou que nenhuma das variáveis limnológicas apresentou distribuição normal (Tab. 05-A e B).

Tab. 5-A Estatísticas básicas (tendência central, dispersão, amplitude, grau de afastamento da curva gaussiana (*Skewness* e *Kurtosis*) e teste de normalidade Shapiro-Wilk das variáveis usadas no estudo.

	Temperatura da amostra ºC	**Temperatura do ar ºC**	**Condutividade µS/cm**	**Cloreto mg/L**	**Amônia**	**Nitrato** µg/L $N\text{-}NO_3^-$	**Nitritos** µg/L $N\text{-}NO_2$	**Fósforo Total** µg/L $P\text{-}PO^4{}_3$	**Ortofosfato-P** µg/L $P\text{-}PO^4{}_3$	**Oxigênio Dissolvido mg/L**	**pH**
Casos Válidos	135	90	134	135	134	135	135	135	135	133	134
Valores ausentes	5	50	6	5	6	5	5	5	5	7	6
Média	23.6	30.4	310.1	14.7	2867.2	1256.9	111.5	289.9	152.9	5.0	7.0
Desvio Padrão	3.6	3.5	155.2	12.6	5343.1	1948.3	260.7	578.3	391.5	1.5	0.5
Distorção *Skewness*	0.2	0.1	0.5	1.2	2.3	2.5	5.8	2.9	4.5	-0.6	-1.0
Erro padrão da Distorção	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Curtose *Kurtosis*	-0.5	0.3	-0.2	1.3	4.5	7.1	45.5	8.9	24.7	0.2	3.1
Erro padrão da Curtose	0.414	0.503	0.416	0.414	0.416	0.414	0.414	0.414	0.414	0.417	0.416
Shapiro-Wilk	0.986	0.979	0.963	0.878	0.582	0.667	0.434	0.531	0.419	0.972	0.942
P-value of Shapiro-Wilk	0.198	0.147	0.001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	0.007	< .001
Mínimo	17.0	21.0	3.0	1.00	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0	0.4	4.9
Máximo	33.2	40.0	741.0	58.9	24800.0	10200.0	2410.0	3110.0	2960.0	8.5	8.1

Tab. 5-B Estatísticas básicas (tendência central, dispersão, amplitude, grau de afastamento da curva gaussiana (*Skewness* e *Kurtosis*) e teste de normalidade Shapiro-Wilk das variáveis usadas no estudo.

	DQO mg/L	DBO mg/L	Sólidos Totais mg/L	Sólidos Totais Fixos mg/L	Sólidos Totais Voláteis mg/L	Turbidez NTU	Coliformes Termotolerantes NMP/mL	Coliformes totais UFC/100mL
Casos Válidos	135	135	135	134	115	135	135	135
Valores ausentes	5	5	5	6	25	5	5	5
Média	41.6	7.5	285.5	235.4	51.4	103.9	491834.0	$4.239\times10^{+6}$
Desvio Padrão	38.8	13.2	424.8	395.9	46.3	361.8	$5.162\times10^{+6}$	$2.979\times10^{+7}$
Distorção *Skewness*	3.4	4.5	8.2	8.4	3.0	6.1	11.6	11.3
Erro padrão da Distorção	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Curtose *Kurtosis*	12.8	24.1	79.397	81.369	12.177	41.027	134.751	130.532
Erro padrão da Curtose	0.4	0.414	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Shapiro-Wilk	0.519	0.407	0.302	0.286	0.688	0.280	0.067	0.107
P-value of Shapiro-Wilk	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001
Mínimo	26.0	3.0	53.0	15.0	11.0	0.4	1.0	34.0
Máximo	258.0	100.0	4578.0	4252.0	326.0	2950.0	$6.000\times10^{+7}$	$3.450\times10^{+8}$

Fósforo (montante x jusante das áreas alagadas)

O fósforo total (Fig. 3) variou amplamente entre os pontos de coletas (10,0-3110,0 µg/L $P\text{-}PO^4{}_3$). As áreas urbanizadas (córregos Terra Vermelha, Tamboril ou Fazenda Velha e Izidoro (P-17, P-18, P-19, P-20 e P-21) sempre apresentaram as concentrações mais elevadas (média 955,8 µg/L $P\text{-}PO^4{}_3$), enquanto as estações localizadas à montante das áreas brejosas apresentaram os valores mais baixos (média 52 µg/L $P\text{-}PO^4{}_3$), se comparados com os valores de jusante. Pela literatura internacional, concentrações acima de 100 µg/L $P\text{-}PO_4{}^{3+}$ já são típicas de ambientes hipereutrófico (Fig. 3).

Ao contrário do fósforo total, os ortofosfatos (Fig. 3) apresentaram uma redução à jusante das áreas alagadas (Fig.03). As médias dos pontos à montante foi de 44,6 µg/L P, enquanto nos pontos à jusante, ela diminuiu para 25,7 µg/L P. Nos pontos exteriores, a média para essa variável foi de 469,7 µg/L P (Tab. 6).

Nitrogênio (montante x jusante das áreas alagadas)

A amônia (Fig. 4) também apresentou amplas variações espaço-temporais. Os valores mais elevados sempre ocorreram ao final da estação seca como, por exemplo, em outubro. Novamente aqui, os pontos situados nos córregos T. Vermelha, Tamboril e izidoro apresentaram os valores mais elevados, com uma média de 8.447 µg/L de $N\text{-}NH^{4+}$.

Os pontos situados à montante das áreas brejosas apresentaram um valor médio de 937,6 µg/L de $N\text{-}NH^{4+}$, enquanto os pontos situados à jusante dos brejos apresentaram um valor médio de 632,8 µg/L de $N\text{-}NH^{4+}$ (Tab. 6).

Assim como a amônia e o fósforo total, os nitratos (Fig. 5) apresentaram as concentrações mais elevadas nos pontos das áreas urbanizas externas à Ocupação Vitória (média de 2232,6 µg/L $N\text{-}NO_3{}^-$). Os pontos internos da ocupação, aqueles pontos situados à montante das áreas alagadas (pontos P-01, P-02, P-04, P-06 todos, P-07 todos, P-08, P-09, P-10 e P-12), apresentaram um valor médio de 972,8 µg/L $N\text{-}NO_3{}^-$ (Tab. 5). Os pontos situados imediatamente à jusante dos brejos que apresentaram os menores valores de nitrato (média 562,9 µg/L $N\text{-}NO_3{}^-$).

Os nitritos permaneceram com valores próximos ao limite de detecção na grande maioria dos casos, excetuando os pontos altamente contaminados por esgotos não tratados que estão localizados nas áreas externas urbanizadas dos córregos Tamboril, Terra Vermelha e Izidoro (Fig. 5).

DQO/DBO (montante x jusante das áreas alagadas)

A variável demanda química de oxigênio – DQO apresentou uma redução de valores médios nos pontos situados à jusante das áreas brejosas (Fig. 6). Os valores médios dessa variável passaram de 33,8 mg/L nos pontos situados à montante dos brejos para 27,1 mg/L nos pontos situados à jusante (Tab. 6).

Os valores de DBO permaneceram próximos ao limite de detecção na grande maioria dos casos, mas pode-se notar uma leve redução dos seus valores quando os valores de montante (média de 3,4 mg/L) e de jusante dos brejos (3,2 mg/L) são comparados entre si. Já os pontos altamente contaminados por esgotos não tratados, localizados nas áreas externas urbanizadas apresentaram valores bem mais elevados para a DBO, com média de 18,9 mg/L (Fig. 6) (Tab. 6).

Coliformes (montante x jusante das áreas alagadas)

Os coliformes totais apresentaram uma redução notável dos seus valores nos pontos situados à jusante das áreas alagadas (Tab. 6). A média dos pontos à montante foi de 1,2 x 10^6 NMP/mL, ao passo que nos pontos à jusante, o valor médio passou para 2,7 x 10^5 NMP/mL. Como seria de se esperar, os pontos altamente contaminados por esgotos das regiões urbanizadas externas apresentaram um valor médio de 1,3 x 10^7 NMP/mL de coliformes totais (Fig. 7).

Os coliformes termotolerantes também apresentaram um padrão similar (Fig. 7). Os pontos situados à montante das áreas brejosas apresentaram um valor médio de 1,5 x 10^4 UFC/100 mL, enquanto nos pontos situados à jusante essa média diminuiu para 1,2 x 10^4 UFC/100 mL. Nos pontos exteriores, o valor médio foi de 1,9 x 10^6 UFC/100 mL (Fig. 7) (Tab. 6).

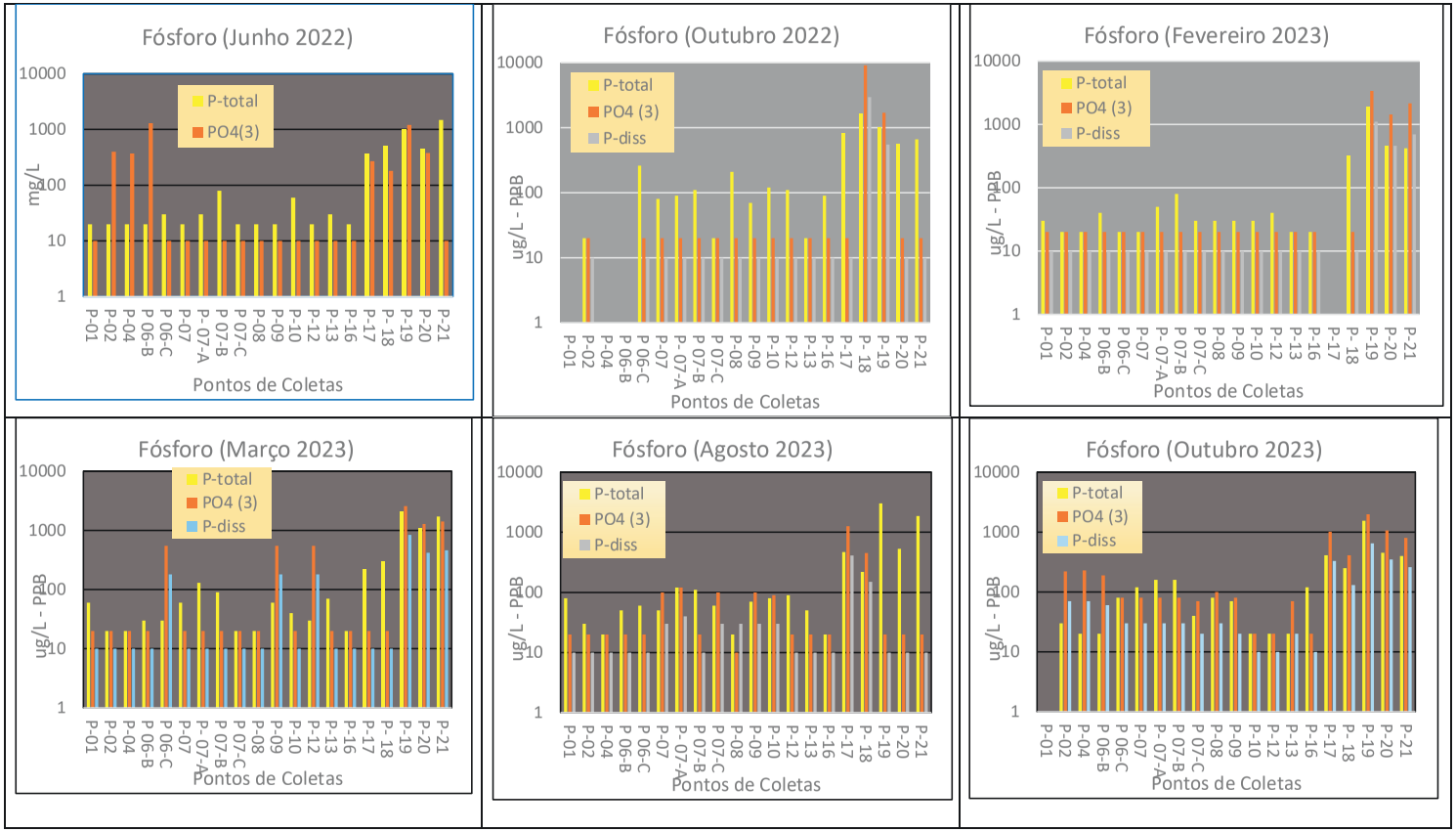


Fig. 03 – Concentrações de fósforo total, ortofosfato total e dissolvido nos pontos de coletas dos três tratamentos considerados (vide texto).

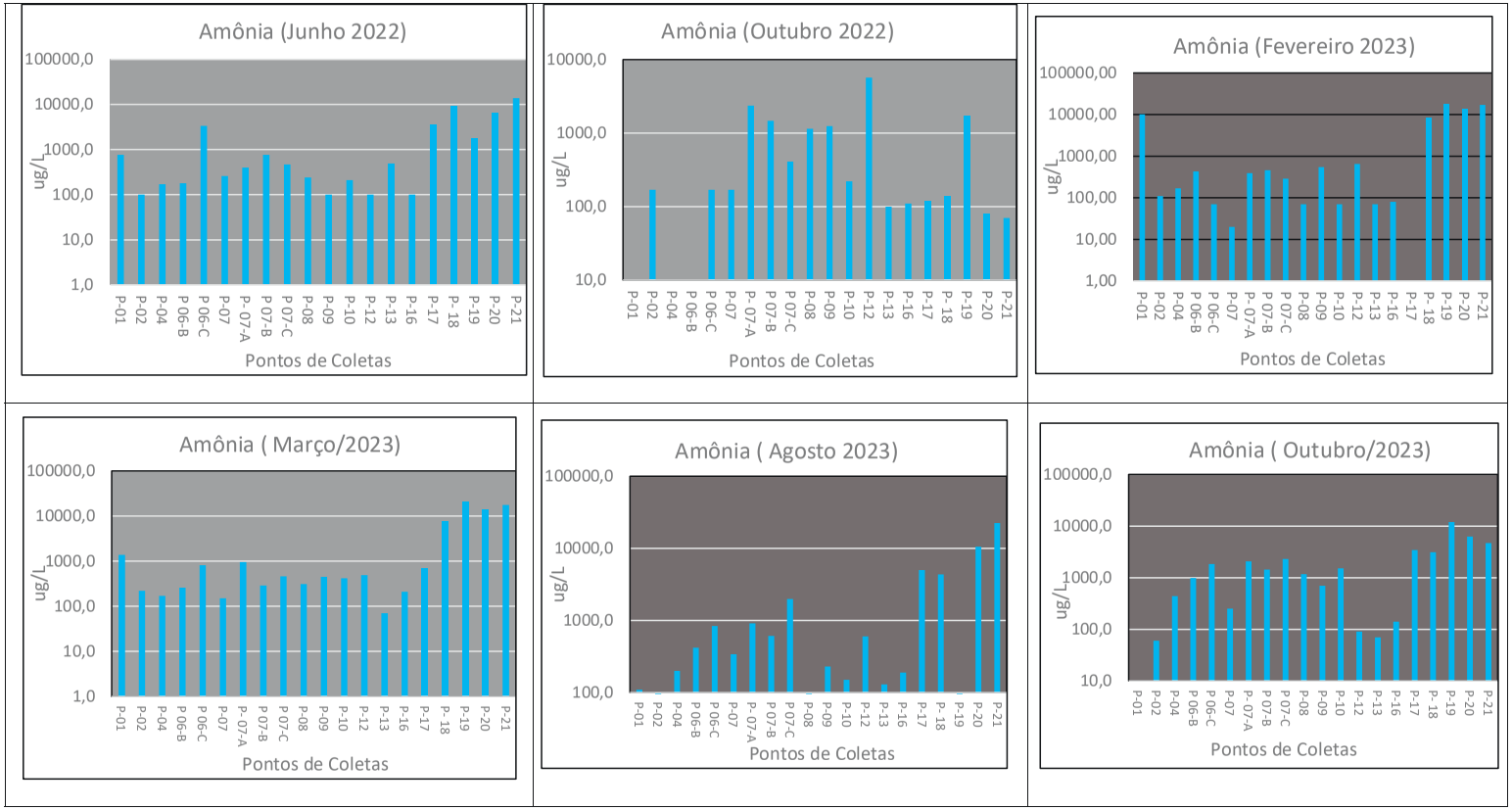


Fig. 04 – Concentrações de amônia nos pontos de coletas dos três tratamentos considerados (vide texto).

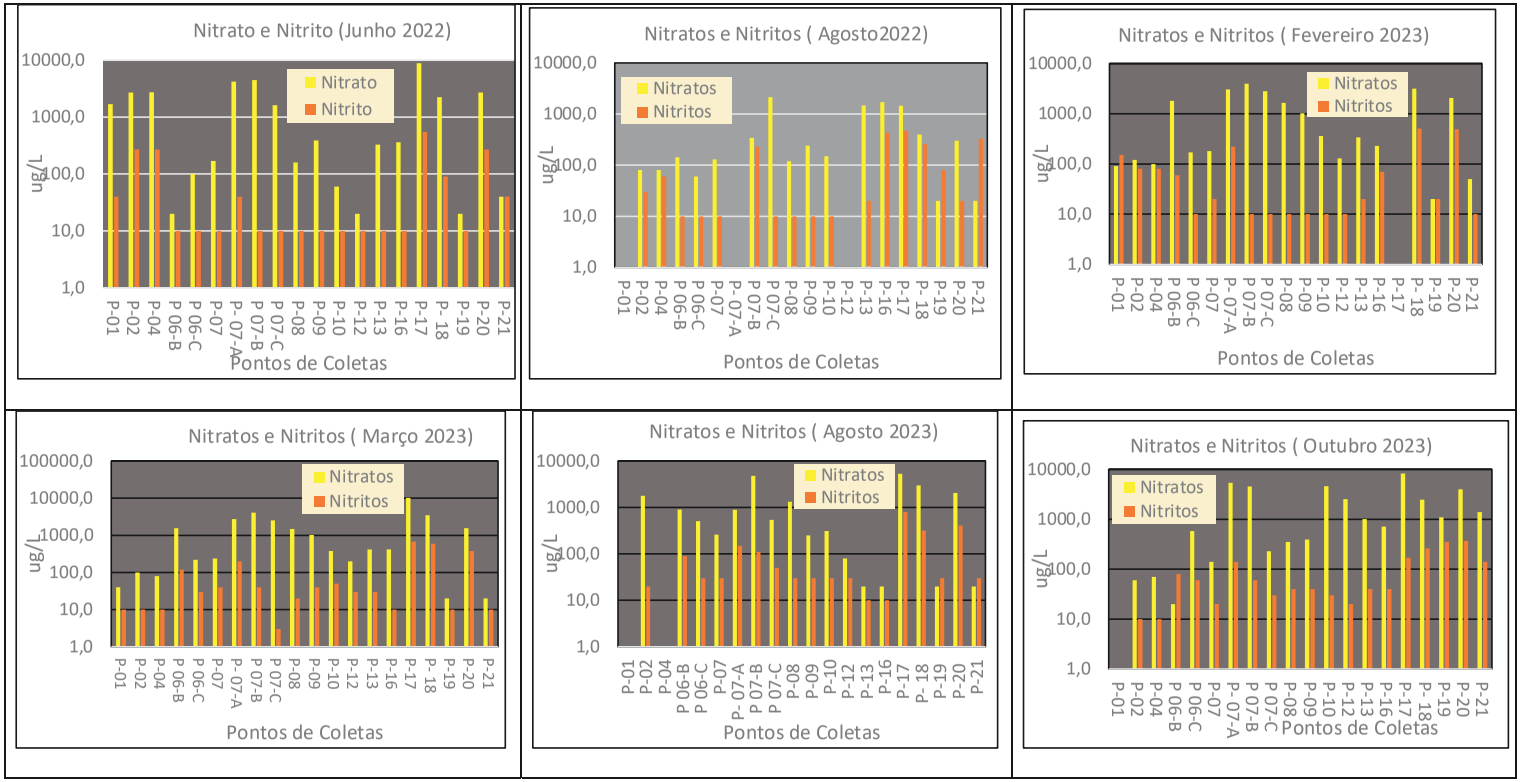


Fig. 05 - Concentrações de nitritos e nitratos nos pontos de coletas dos três tratamentos considerados (vide texto).

Fig. 06 - Concentrações de DBO e DQO nos pontos de coletas dos três tratamentos considerados (vide texto).

Fig. 07 – Concentrações de Coliformes totais e termotolerantes nos pontos de coletas dos três tratamentos considerados (vide texto).

Turbidez e sólidos

Uma das variáveis que experimentou maiores reduções nos pontos de coletas situados à jusante dos brejos foi a turbidez, cujo valor médio passou do 149,3 NTU à montante para 48,2 NTU à jusante (Tab. 6).

Os sólidos totais também apresentaram forte redução nos pontos situados à jusante das áreas brejosas já que os valores dessa variável passaram de 315,0 mg/L, à montante para apenas 215,6 mg/L, à jusante (Tab. 6).

ANOVA

Para se testar as diferentes hipóteses construídas a partir da pressuposição de que as áreas brejosas exercem alguma influência sobre a qualidade de água do Córrego Macacos/Ocupação Vitória, foram executadas uma série de análises de variância. A variável categórica "tratamento" que assumiu um dos três valores (montante, jusante e urbanizadas) foi usada como fator independente.

A seguir, foram consideradas nove variáveis numéricas tratadas como variáveis dependentes: coliformes totais, coliformes termotolerantes, DQO, DBO, amônia, nitrato, ortofosfato-P, fósforo total e turbidez (Tab. 6). Essa seleção foi baseada no fato de que essas são as variáveis diretamente relacionadas às hipóteses propostas no estudo (retenção de nutrientes, matéria orgânica, sedimentos e purificação de esgotos).

Como visto acima, a maioria das variáveis aqui consideradas não apresentou uma distribuição normal. Dessa forma, optamos por usar alguns testes que podem ser usados nessa condição. Os testes Brown-Forsythe e de Levene foram aqui usados, porque são alternativas menos sensíveis a desvios da normalidade, tais como o teste de Bartlett

A maioria das variáveis usadas no estudo apresentou a estatística F do teste de Brown-Forsythe e de Levene significativas ($p <= 0,05$) (Tab. 06). No caso do teste de Brown-Forsythe, apenas as variáveis dos coliformes e os sólidos totais apresentaram valores de p não significativos, embora tenha havido grande redução dos seus valores à jusante das áreas alagadas, para todas essas variáveis.

O teste de Levene confirmou os padrões já vistos com o teste anterior e mostrou apenas duas exceções, sendo uma delas novamente para os coliformes totais. A outra exceção foi para a turbidez, ambas com p=0,06.

Visando uma comparação entre os resultados obtidos pelos diferentes testes estatísticos, optamos também por usar a ANOVA *one way* sem nenhuma correção. A análise também entregou valores de F significativos, exceto para a turbidez, sólidos totais e os coliformes (Tab. 06).

Finalmente, o teste H de Kruskal-Wallis, também conhecido como análise de variância de um fator em postos, foi o teste não paramétrico escolhido para testar se amostras se originam da mesma distribuição. Todas as variáveis dependentes usadas no estudo novamente apresentaram a estatística H significativa, com p<= 0,05, exceto para o nitrato.

As estatísticas usadas na Tab. 06 mostram que é bastante improvável que os tratamentos considerados venham de uma mesma população. Dessa forma, os tratamentos representam claramente estados diferentes da qualidade de água.

Tab. 06 – Resultados da análise ANOVA simples (*one way*) e a análise feita com teste de correção para homogeneidade (Brown-Forsythe). Estatísticas descritivas (medias), teste de igualdade de variâncias (Levene) e Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Os símbolos H_o ou H_1 referem-se ao acatamento da hipótese nula ou alternativa, respectivamente, ao nível de p<0.05.

	Coliformes Totais NMP	**Coliformes Termot. UFC/100mL**	**DQO mg/L**	**DBO mg/L**	**Amônia**	**NItrato**	**Ortofosfato (P)**	**Fósforo total**	**Turbidez NTU**	**Sólidos Totais mg/L**
ANOVA F(p<) H_o / H_1 Df	2.279 (0,106) Ho *Df=2/132*	1,663 (0,193) Ho *Df=2/132*	11,598 (0,001) H_1 *Df= 2/132*	23,953 (0,001) H_1 *Df=2/132*	41,660 (0,001) H_1 *Df= 2/131*	6,720 (0,002) H_1 *Df= 2/132*	19,827 (0,001) H_1 *Df=2/132*	58,027 (0,001) H_1 *Df=2/132*	1,933 (0,149) H_1 *Df=2/132*	0,586 (0,558) Ho Df=2/132
Brown-Forsythe F(p<) Df	1,595 (0,218) Ho *Df= 2/34.107*	1,157 (0,327) Ho *Df=2/34*	10,194 (0,001) H_1 *Df= 2/40,929*	16,881 (0,001) H_1 *Df= 2/34,494*	32,827 (0,001) H_1 *Df= 2/41,982*	6,444 (0,003) H_1 *Df-2/44,504*	15,217 (0,001) H_1 *Df= 2/36,539*	39,145 (0,001) H_1 *Df= 2/37,675*	6,356 (0,003) H_1 *Df= 2/95,800*	1,944 (0,149) Df=2/97,08
Médias										
Urbanizada	1,4 X 10^7	1,2 x 10^6	66,711	18,97	8447,1	2232,6	469,7	955,8	14,65	240,9
Montante	1,2 X 10^6	1.5 x 10^4	33,78	3,45	937,6	972,9	44,65	52,09	149,311	315,02
Jusante	2,7 X 10^5	1,2 x 10^4	27,071	3,26	632,9	562,9	25,71	85,71	48,43	215,6
Outros testes										
Levenes F (p<) Df	5,406 (0,006) *Df=2/132*	6,024 (0,003) *Df=2/132*	23,751 (0,001) *Df=2/132*	44,074 (0,001) *Df=2/132*	60,053 (0,001) *Df=2/131*	13,751 (0,001) *Df=2/132*	27,07 (0,001) *Df=2/132*	88,621 (0,001) *Df=2/132*	5,346 (0,006) *Df= 2/132*	3,077 (0,049) *Df=2/132*
Kruskal-Wallis (p<) Df	25.246 (0,01) *Df=2*	43,098 (0,001) *Df=2*	12,811 (0,002) *Df=2*	53,328 (0,001) *Df=2*	32,991 (0,001) *Df=2*	2,156 (0,340) *Df=2*	34,679 (0,001) *Df=2*	63,784 (0,001) *Df=2*	11,894 (0,003) *Df=2*	6,378 (0,041) *Df=2*

Obs: as análises ANOVA e os tratamentos assinalados em campos escuros são aqueles onde houve uma redução dos valores à jusante de modo significativo, tendo a H_o sendo sido rejeitada e a hipótese alternativa (H_1) tendo sido aceita.

Discussão

O estudo mostrou que todos os pontos selecionados apresentam algum grau de impacto antrópico. As principais alterações foram observadas em relação aos teores de nutrientes, matéria orgânica, na contaminação por esgotos (coliformes) e nos teores de sólidos e sedimentos em suspensão.

Os valores elevados de sedimentos em suspensão e na turbidez indicam o impacto de ações antrópicas associadas ao desmate e à erosão, dois fatores facilmente observáveis em toda a área de estudo.

A falta de saneamento e de esgotamento reflete-se nos teores de matéria orgânica (indicados por DBO e DQO) e na contaminação persistente com coliformes, bem como pelos valores mais elevados da condutividade aliados aos valores mais baixos de oxigênio dissolvido.

O presente estudo mostrou que os pontos situados a jusante dos brejos no córrego Macacos sofreram redução nas seguintes variáveis: amônia, nitrato, ortofosfato, DBO, DQO, coliformes totais, coliformes termotolerantes, turbidez e sólidos totais.

O fósforo e o nitrogênio são micronutrientes limitantes para a produção primária. As diferentes espécies desses dois nutrientes (amônia, nitrato, ortofosfato, etc.) apresentaram valores elevados em praticamente todas os pontos de coletas. O aumento desses nutrientes é o primeiro passo para deflagar a eutrofização dos mananciais. Esse fenômeno vem causando tantos problemas em nossos recursos hídricos. Nesse cenário, é importante também a busca de alternativas para mitigar esse mosaico de interferências antrópicas nas águas da região.

Já há um bom tempo, vários estudos têm demonstrado a capacidade das macrófitas em melhorar a qualidade da água absorvendo nutrientes com seu sistema radicular (biofiltros) de modo extremamente eficaz (Reddy & Busk. 1985; Mansor, 1998). Dessa forma, os brejos podem ser vistos como sistemas capazes de promover uma sensível redução do teor de nutrientes da água, ou seja, eles podem atuar na redução do nível de poluição da água (Dhote & Dixit, 2007). As principais contribuições nesse sentido referem-se ao tratamento de esgotos domésticos (Sousa et al. 2004; Justin et al. 2022; Akowanou et al. 2023), de efluentes industriais (Srivastava & Chandra, 2008; Matos et al. 2012), dejetos de aquacultura e piscicultura (Henry-Silva & Camargo, 2006;

Vasconcelos et al. 2020.) e a remoção de contaminantes tais como metais tóxicos (Demırezen, D & Aksoy, A. 2004).

O presente estudo demonstrou o papel das macrófitas na remoção do nitrato. A remoção dos nitratos das águas depende fundamentalmente do processo conhecido como denitrificação, que, por sua vez, depende de ampla oferta de carbono orgânico. Esse aporte é garantido pelo grande acúmulo de biomassa em decomposição que é gerada pelas taboas (Weisner et al. 1994).

Uma das reduções mais notáveis observadas nesse estudo ocorreu com os coliformes fecais. Estudos conduzidos em mais de 60 zonas úmidas construídas com vegetação emergente em todo o mundo revelaram que a remoção de coliformes totais e fecais em zonas húmidas construídas com macrófitas emergentes é elevada, geralmente 95 a >99%, enquanto a remoção de estreptococos fecais é menor, geralmente 80-95% (Kaldec & Wallace, 2009). A eficácia das áreas alagadas em depurar a poluição microbiana depende de dois fatores abióticos: tempo de residência da água no interior do brejo e a velocidade do fluxo da água (Vymazal, 2005)

O esgoto doméstico normalmente contém vários agentes patogênicos ou potencialmente patogênicos. Tratam-se de microorganismos que, dependendo da concentração e da espécie, representam um risco potencial para o ser humano,
cuja presença deve, portanto, ser reduzida no decurso do tratamento das águas residuais. Adicionalmente, deve-se considerar que o controle e o biomonitoramento do grau de microorganismos associados à patogenia humana em águas residuais não tratadas e tratadas é caro e tecnicamente desafiador. Dessa forma, a remoção da poluição microbiológica é um ponto extremamente importante em áreas carentes de saneamento básico, como é o presente caso. Vários estudos têm demonstrado que os brejos normalmente atuam como excelentes biofiltros, graças a um complexo formado por diferentes fatores físicos, químicos e biológicos que participam na redução do número de bactérias (Souza et al. 2004, Vymazal, 2005).

Como foi visto acima, os brejos de taboas do Córrego Macacos estão associados a uma diminuição significativa nos teores de sólidos e na turbidez. As áreas alagadas exercem um papel importante na remoção de sólidos. Os principais processos envolvidos nesse importante serviço ecológico prestado por esse tipo de biótopo são: aumento da sedimentação graças a diminuição do fluxo, produção de serapilheira pelas

macrófitas, precipitação química, sedimentação de organismos perifíticos e planctônicos (Kaldec, R.H. & S.D. Wallace, 2009)

Os brejos não devem ser vistos apenas como um depósito de poluentes e contaminantes já que toda a sua biota também sobre os efeitos nocivos do aporte indiscriminado de poluentes (Kaldec & Wallace, 2009; Kochi et al. 2020). Embora o presente estudo tenha demonstrado claramente vários serviços ecológicos prestados pelas áreas brejosas (brejos de taboas), a falta de manejo e o descaso com as áreas brejosas e alagadas pode causar uma série de problemas ambientais e de saúde pública, tais como a proliferação de mosquitos (Kengne et al. 2003), hospedeiros intermediários de importantes doenças de veiculação hídrica tais como a dengue, Chikungunya, Zika e a febre amarela ou de moluscos planorbídeos que são vetores da esquistossomose.

Conclusões, observações finais e propostas para ações futuras

O estudo demonstrou a eficácia dos brejos de taboas em reduzir o aporte de nutrientes, poluição microbiana e a carga de sedimentos no córrego Macacos. Esses resultados suportam toda e qualquer estratégia que visa a conservar esse tipo de biótopo mesmo em áreas urbanas.

Os brejos são muitas vezes os primeiros biótopos a serem suprimidos no processo tradicional de urbanização que envolvem o uso da canalização celular por galerias de concreto, a construção das “avenidas sanitárias” e uma grande impermeabilização do solo. Nesse sentido, os resultados aqui alcançados podem ser considerados como uma crítica aos modelos tradicionais de urbanização/ impermeabilização dos cursos de água.

Além de purificar e despoluir as águas do Córrego Macacos, os seus brejos de taboas ainda podem ser vistos como um eficiente sistema de amortecimento de cheias e um biótopo que atua como grande “reator” de produção de oxigênio, para a fixação de carbono e regulação do excesso de temperatura.

Esse estudo é parte do Projeto Izidora que resulta de um acordo de cooperação financeira (ACF 209/2021) entre a empresa RMPC – Meio Ambiente Sustentável (CNPJ 35.306.576/000166) e o Fundo Socioambiental – FSA, da Caixa Econômica Federal (CEF) um banco social voltado principalmente ao financiamento de habitação e saneamento de comunidades carente situadas nas periferias dos grandes centros metropolitanos do

Brasil. O projeto que está em fase de finalização e já entregou uma série de melhorias na comunidade Vitória que incluem a revitalização de quatro nascentes, melhorias na drenagem urbana, reflorestamento de quatro florestas ripárias dentro da comunidade, construção de sistemas de tratamento de esgotos sem geração de efluente líquido (TEVaps), além de um dos maiores programas de monitoramento das águas urbanas de áreas periféricas no país, que originou esse capítulo.

Uma das exigências do ACF 209/21, além do cumprimento das metas acima descritas é a disponibilização de equipamentos e de eventual apoio técnico às lideranças da comunidade para que seus habitantes se organizem e possam eles próprios continuarem o monitoramento das águas que certamente são a maior riqueza da comunidade.

Agradecimentos

A pesquisa foi financiada pelo Acordo de Cooperação Financeira, ACF 209-2021 do Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal.

Todas as análises físico-químicas da água foram executadas nos laboratórios da SGS Geosol, ROD MG 010 KM 24.5r SN ANGTCOS - 33245-240 VESPASIAINO, (MG) CNPJ: 02.417.115/0001-01.

Agradecemos o apoio técnico em campo do Sr. Elison Marques dos Santos que participou de todas as sete campanhas realizadas.

Gostaríamos de expressar igualmente nossos agradecimentos às lideranças da comunidade, Sras. Paula e Renata, pela colaboração e apoio no programa de monitoramento da qualidade da água do projeto Izidora.

Literatura

Akowanou, A.V.O., H. E. J. Deguenon, K. C. Balogoun, M. Moukora, A. Daouda, M. P. Aina. 2023. The combined effect of three floating macrophytes in domestic wastewater treatment. Scientific African 20 e01630

Baird, R.B., A. D. Eaton and WE.W. Rice [eds]. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 23rd Edition. 1546 pg.

Brix, H. 1994. Function of macrophytes in constructed wetlands. Wat. Sci. Tech. 29(4):71-78.

Chen C, C. Shao & Y. Shi 2. 2020. Dynamic Evaluation of Ecological Service Function Value of Qilihai Wetland in Tianjin. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 7108; doi:10.3390/ijerph17197108

Demırezen, D & Aksoy, A. 2004. Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* (L.) and *Potamogeton pectinatus* (L.) living in Sultan Marsh (Kayseri, Turkey). Chemosphere, 56:685-696

Dhote, S and S. Dixit. 2007. Water Quality Improvement through Macrophytes: A Case Study. Asian J. Exp. Sci., 21(2):427-430

Dhote, S. & S. Dixit. 2009. Water quality improvement through macrophytes – a review. Environ Monit Assess, 152:149–153. DOI 10.1007/s10661-008-0303-9

Henry-Silva, G.G. & A. F. M. Camargo. 2006. EFFICIENCY OF AQUATIC MACROPHYTES TO TREAT NILE TILAPIA POND EFFLUENTS. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 63(5):433-438.

JASP Team. 2023. JASP Statistical Package Computer software. (Version 0.18.1)[https://jasp-stats.org/

Justin, L.D., D. O. Olukanni & K. O. Babaremu. 2022. Performance assessment of local aquatic macrophytes for domestic wastewater treatment in Nigerian communities: A review. Heliyon, 8 (2022) e10093 https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10093

Kaldec, R.H. & S.D. Wallace. 2009. TREATMENT WETLANDS. 2nd EDITION. CRC Press. Taylor & Francis. ISBN 978-1-56670-526-4. 348 p.

Kengne, I. M., F. Brissaud, A. Akoa, R. A. Etemea, J. Nyaa, A. Ndikefor & T. Fonkou. 2003. Mosquito development in a macrophyte-based wastewater treatment plant in Cameroon (Central Africa). Ecological Engineering 21:53–61

Kochi, L.Y., P. L. Freitas, L. T. Maranho, P. Juneau & M. P. Gomes. 2020. Aquatic Macrophytes in Constructed Wetlands: A Fight against Water Pollution. Sustainability, 12: 9202. doi:10.3390/su12219202

Lima, A.S. 1998. Análise de desempenho de reator anaeróbio (UASB) associado a leito cultivado de fluxo subsuperficial para tratamento de esgoto doméstico.

Dissertação de Mestrado. Faculdade de Tecnologia/ UnB. Brasília, Distrito Federal. 93 p.

Machado, A.I., M. Beretta, R. Fragoso, E. Duarte. 2016. Overview of the state of the art of constructed wetlands for decentralized wastewater management in Brazil. Journal of Environmental Management xxx (2016) 1e11 http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.015

Mansor, M.T.C. 1998. Uso de leitos de macrófitas no tratamento de águas residuárias. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Agrícola/Unicamp. Campinas, São Paulo. 106 p.

Matos, A.T., S. S. Abrahão, P. A. V. Lo Monaco. 2012. EFICIÊNCIA DE SISTEMAS ALAGADOS CONSTRUÍDOS NA REMOÇÃO DE POLUENTES DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS. Eng. Agríc., Jaboticabal, 32(6):1144-1155.

Reddy, K.R. & W.F. de Busk. 1985. Nutrient removal potential of selected aquatic macrophytes. Journal of Environmental Quality, 14(4):459-462

Sezerino, P.H., A. P. Bento, S. T. Decezaro, M, E, Magri, L. S. Philippi. 2015. Experiências brasileiras com *wetlands* construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para Sistemas horizontais. Eng Sanit Ambient. 20(1):151-158

Souza, J.T., A. E.P.C. Van Haandel, C. Lima & I. N. Henrique. *2004*. Utilização, de *wetland* construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB. Eng. sanit. ambient. 9(4):285-290

Srivastava, J., A. Gupta & H. Chandra. 2008. Managing water quality with aquatic macrophytes. Rev Environ Sci Biotechnol 7:255–266. DOI 10.1007/s11157-008-9135-x

Vasconcelos,V. M., E. R. C. Morais, S. J. B. Faustino, M. C. R. Hernandez, H. R. S. C. Gaudêncio, R. R. Melo & A. P. Bessa Junior. 2020. Floating aquatic macrophytes for the treatment of aquaculture effluents. Environmental Science and Pollution Research. https://doi.org/10.1007/s11356-020-11308-8

Vymazal, J. 2005. Removal of Enteric Bacteria in Constructed Treatment Wetlands with Emergent Macrophytes: A Review. Journal of Environmental Science and Health, 40:1355–1367.

Zhang, W., W. Jiang**,** Y. Lin & Q. Mao. 2020. The Evaluation of Ecological Service Value of Liaohe River Estuary Wetland. Doi: 10.1088/1755-1315/668/I/012037.

Zhao, B., B. Li, Y. Zhong, N. Nakagoshi & J-k., Chen. 2005. Estimation of ecological service values of wetlands in Shangai, China. Chinese Geographical Science, 15(2):151-156

Zhao H., H. Zhang, F. Wang , P.P. Kang P & S. Lü. 2020. Service value of wetland ecosystem in Sanmenxia Reservoir area. Global NEST Journal, Vol 22, No 4, pp 463-470, https://doi.org/10.30955/gnj.003367

Cap. 04
"Recuperação de Nascentes Urbanas da Ocupação Vitória/BH: Floresta Ripária"

Autores:

Arthur Antão[1], Izabel Nair Rosa Santos[1], Maria Thereza Fonseca[2], Hugo Luiz Martins De Paula[3], Gabriel Pereira dos Santos[4], Amanda La Corte de Carvalho Costa[1], Carlos Eduardo Araújo de Almeida[1], João Gabriel Nobre de Melo[1], Lucas Marinho da Silva[5], Maria Clara Lage Ferreira[1], Reisila S. Migliorini Mendes[6], Maria Rita Scotti[7]

1- Curso de Ciências Biológicas da UFMG
2- Arquiteta. Mestrado do Programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG,
3- Curso de Ciências Socioambientais da UFMG
4- Curso de Geografia da UFMG
5- Curso de Ciências Biológicas da UEMG
6- Professora Depto Botânica da UEMG. Bióloga pela PUC Minas com Mestrado e Doutorado em Biologia Vegetal/ UFMG
7- Professora Depto de Botânica do ICB/ UFMG. Bióloga/UFMG. Mestrado em Microbiologia do solo (UFMG), Doutorado em Biologia do solo (UFRJ) e Pós doutorado pela Universidade de Lisboa (Portugal) e Universidade de Salamanca (Espanha).

E-mail para correspondência: lab.ufmg.2010@gmail.com

Resumo

Este capítulo analisa o impacto da Ocupação Vitória sobre a perda da vegetação de Mata Atlântica, inicialmente foi avaliado a perda da biodiversidade ao longo da bacia do Ribeirão Macacos através do índice "*Normalized Difference Vegetation Index*" (NDVI) bem como através de levantamento Florístico. Nesta etapa caracterizou-se não só a perda da vegetação, mas também o papel funcional de espécies como *a Typha domingensis* na formação de uma *wetland*. Numa segunda etapa foi feito o levantamento florístico das espécies arbóreas e herbáceas presentes nas quatro nascentes estudadas (N1, N2, N3 e N4) em relação ao trecho preservado da Casa de Francisco. A maior similaridade de espécies em relação a área preservada foi encontrada entre na nascente N1 e a menor similaridade na N4. A maior perda de biodiversidade ocorreu na área de sedimentação. Os resultados obtidos subsidiaram a seleção de

espécies arbórea e herbáceas para os procedimentos de recuperação da Mata ciliar ao longo dos drenos.

Abstract

This chapter analyses the impact of the establishment of the Victoria Occupation on the loss of Atlantic Forest vegetation along the Macacos river basin through the "Normalized Difference Vegetation Index" (NDVI) as well as a Floristic survey. Firstly, we assessed not only the vegetation loss but also demonstrated the functional role of some species (eg. *Typha domingensis*) in the formation of a wetland. Secondly, it was carried out a floristic survey of the tree and herbaceous species found in the four studied headwaters (N1, N2, N3 and N4) in relation to a preserved stream. The greatest similarity of plant species in relation to the preserved area was found in the N1 spring and the lowest was in the N4. The greatest loss of biodiversity occurred in the sedimentation zone. The results obtained supported the selection of tree and herbaceous species for the recovery of the ripárian forest along the drainage system.

Palavras-chave: nascentes, Ocupação Vitória, recuperação de florestas ripárias, biodiversidade, Cerrado, Mata Atlântica, impactos ambientais.

Keywords: *springs, Vitória occupation, recovery of ripárian forests, biodiversity, Cerrado, Atlantic Forest, environmental impacts.*

I- INTRODUÇÃO

Mata Atlântica

A Mata Atlântica, considerada a segunda maior floresta tropical do continente americano, cobrindo cerca de 1,5 milhões de km^2 (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2001), é um dos principais *hot spots* mundiais de biodiversidade. A biodiversidade da Mata Atlântica é estimada em 20 mil espécies vegetais representando cerca 35% das espécies existentes no Brasil, riqueza esta, maior que aquela de 12,5 mil espécies registradas no continente Europeu (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2001).

A biota da Mata Atlântica é composta por táxons de diferentes origens biogeográficas, destacadamente da Floresta Amazônica, das matas ciliares do Cerrado e das áreas andinas na porção austral do bioma (Fiaschi and Pirani ,2009). Com base na distribuição das espécies, a vegetação da Mata Atlântica é reconhecida como composta por três tipos de florestas resultantes da influência diferencial das floras florestais limítrofes que são: densas, mistas e estacionais (IBGE, 1992).

As florestas densas estão associadas à costa atlântica e incluem uma grande área de florestas de várzea (até 50 m de altitude) e de encosta (50 a 2.200 m de altitude) do Nordeste ao Sul do Brasil. Este bioma apresenta afinidades florísticas com a Floresta Amazônica e a Caatinga ao Norte (Marques et al. 2011, Mori et al,1981) e sofre influência da flora de outras regiões, como a Cordilheira dos Andes e de elementos do antigo sul do Gondwana no cone sul (San Martın and Ronquist, 2004). As florestas mistas, também conhecidas como florestas de araucárias, constituem o principal tipo de floresta no planalto serrano do sul do Brasil em altitudes acima de 500 m (Hueck 1972). Seu limite norte de distribuição é na Serra da Mantiqueira, no sudeste do Brasil, onde ocorre como manchas de vegetação ou como indivíduos isolados em campos de altitude, acima de 1.000 m (Rambo, 1951). As florestas estacionais estão relacionadas com a bacia do rio Paraná no sul e no sudeste do Brasil. Essas florestas são caracterizadas por duas estações distintas com marcada alternância de clima tropical com chuvas intensas de verão e a subtropical com baixas temperaturas de inverno e precipitação escassa. Durante o período frio e seco, 20% a 50% das árvores do dossel perdem suas folhas (decíduas) (IBGE, 1992). A flora de Florestas Estacionais é frequentemente influenciada por táxons típicos do

Cerrado (savana brasileira). Porém, essa diversidade seja nas florestas densas, mistas ou estacionais está ameaçada restando apenas 100.000 km^2 ou 7% da floresta original (Tabarelli et al. 2005). Por isto este é considerado um dos biomas mais ameaçados do Brasil. O fato desse bioma ser um dos mais biodiversos do planeta e por estar sob grande ameaça de desaparecimento devido a intensa ocupação e exploração humana é considerado um *hotspot*, isto é, uma área prioritária para a conservação da biodiversidade mundial. (MMA 2005).

Ocupação Vitória

A cidade de Belo horizonte (MG), detém uma área preservada de Mata Atlântica (19°48'53,58"S, 43°54'52,09"W) de 950 ha (Fig. 1 A e B), correspondendo a três vezes a área do Central Park em Nova York (341 hectares), a qual está localizada na microbacia Izidora pertencente a bacia do rio São Francisco (Minas Gerais, Brasil), (Fig. 2). Além da biodiversidade, esta reserva de Mata Atlântica alberga cerca de 280 nascentes (Fig. 1 B) responsáveis pela formação de aproximadamente 64 cursos de água (Fig.. 2), conforme dados da prefeitura (PBH 2010).

Dentre eles destaca-se o córrego Macacos (2,6 km²) o qual foi considerado um dos mais preservados (Fig. 2) em relação a qualidade de água e floresta ripária, (SUDECAP, 2000). Entretanto, esta região vem sofrendo intenso processo de ocupação informal com consequente desmatamento da área desde 2013. A ocupação Vitória (Fig. 1 C) é a maior delas, abrigando cerca de 4500 famílias (Rodrigues, 2016).

Estas ocupações evoluíram sobre montanhas com várias nascentes (Fig. 2) e consequentemente estas águas alteraram a direção de fluxo após desmatamento, gerando diferentes processos erosivos com carreamento de sedimentos, especialmente ao longo das ruas cujo solo exposto aumenta a taxa de movimentação de sedimentos até o córrego Macacos.

Em consequência desta urbanização, a área tornou-se ambiental e socialmente fragilizada. Por um lado, o desmatamento expôs o solo deixando desprotegidas as ruas, as nascentes e os cursos de água assoreados. Por outro lado, a proximidade das residências junto às nascentes e cursos d'água, com fluxo

sem direção única, favoreceu o aparecimento de patologias urbanas relacionadas às inundações, infiltrações e rachaduras nas casas com pouca estrutura. A fragilidade social para estas comunidades de baixa renda se agrava com a ausência de rede sanitária de água e de esgoto, assim como pela ausência de rede de energia elétrica

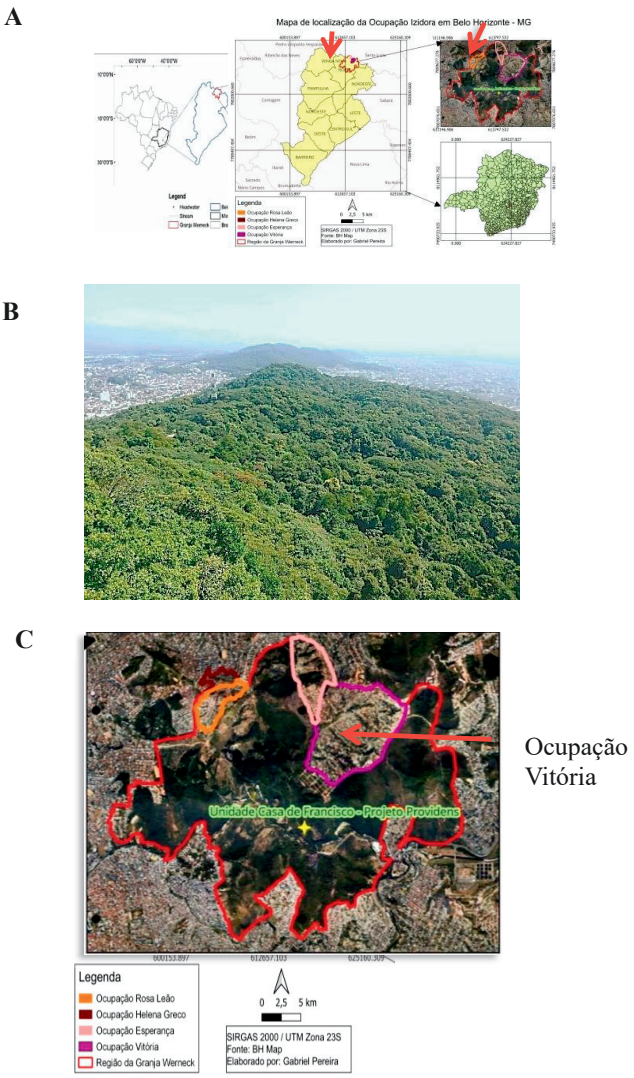


Fig. 1 - Localização da área de trabalho. **A**: Localização da Granja Werneck na zona Norte de Belo Horizonte /Minas Gerais. **B:** Floresta Preservada na Granja Werneck, **C:** Casa de Francisco (Projeto Providens) e ocupações informais com destaque para Ocupação Vitória.

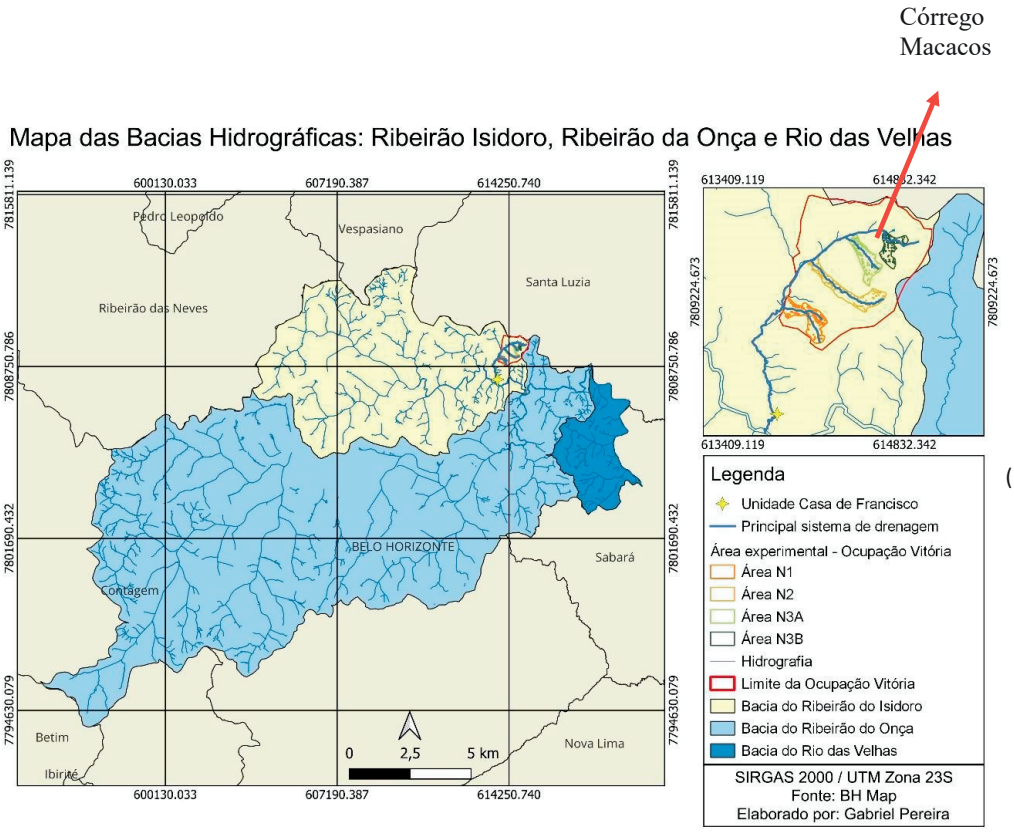


Fig. 2 - Bacia Hidrográfica – Córrego dos Macacos.

Quando ocorre a degradação de nascentes e de suas matas ciliares, com a perda completa da resiliência, o resultado é a desestabilização do solo e aumento do processo erosivo (King *et al.*, 2006). A literatura mostra que a estabilização do solo, principalmente em áreas de encosta, pode ser conseguida com o uso de uma composição vegetal adequada, através do desenvolvimento do sistema radicular e da incorporação da matéria orgânica (Reubens, *et al.*, 2007). Além da estabilização mecânica, a agregação do solo promove a formação de rede ante erosiva que assegura também a porosidade e a permeabilidade (Nilaweera et al., 1999).

A vegetação promove a agregação e porosidade, estabilizando o solo e assegurando a permeabilidade e infiltração da água, tendo um papel essencial no ciclo hídrico, através da regulação do conteúdo de água no solo pela evapotranspiração (Six *et al*. 2000; Brady and Weil, 2007). Desta forma, a vegetação

é essencial para estabilização do solo e para a condução da água das nascentes. A recuperação destas funções depende do conhecimento do grau de impacto abiótico e biótico, este último relacionado à perda da vegetação na bacia do Córrego Macacos e do impacto sofrido na vegetação das nascentes dentro da Ocupação Vitória.

II- Diagnóstico de impacto sobre vegetação: microbacia do córrego Macacos

Para esta análise, a microbacia foi dividida em três trechos (Fig. 3) ou Zonas: Zona 1: a montante, próxima à nascente principal do Córrego Macacos (verde), Zona 2: nas proximidades das Ocupações Vitória, Esperança, Rosa Leão e Helena Greco (Vermelho) e Zona 3: a jusante, área preservada Próximo ao Projeto Casa de Francisco (Laranja).

A Fig. 4-A mostra a vegetação ripária e o córrego Macacos na zona preservada (Zona 3) e na Fig. 4-B, -C e -D está apresentado o córrego Macacos e sua zona ripária na Ocupação Vitória, onde se encontra invadido pela taboa, braquiária e meloso. (zona 2)

Visando estimar o impacto das ocupações sobre estas zonas, elaboramos uma análise da perda global da vegetação e da biodiversidade como segue.

.

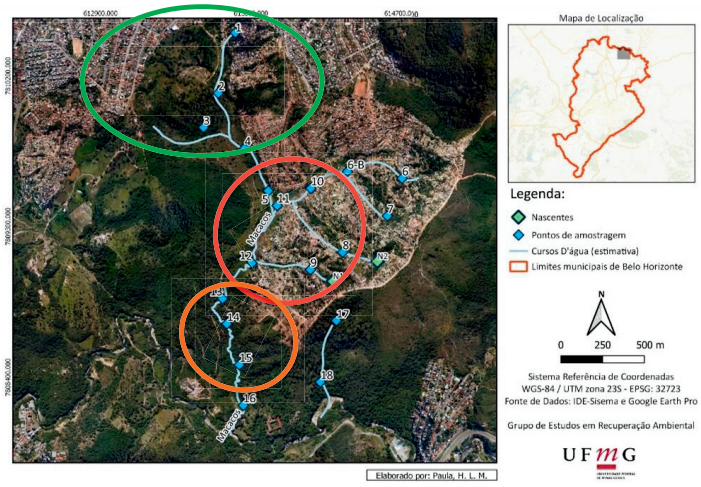


Fig. 3 - Localização dos trechos avaliados quanto ao impacto na microbacia do Córrego Macacos Zona 1:verde, Zona 2: Vermelho e Zona 3: Laranja.

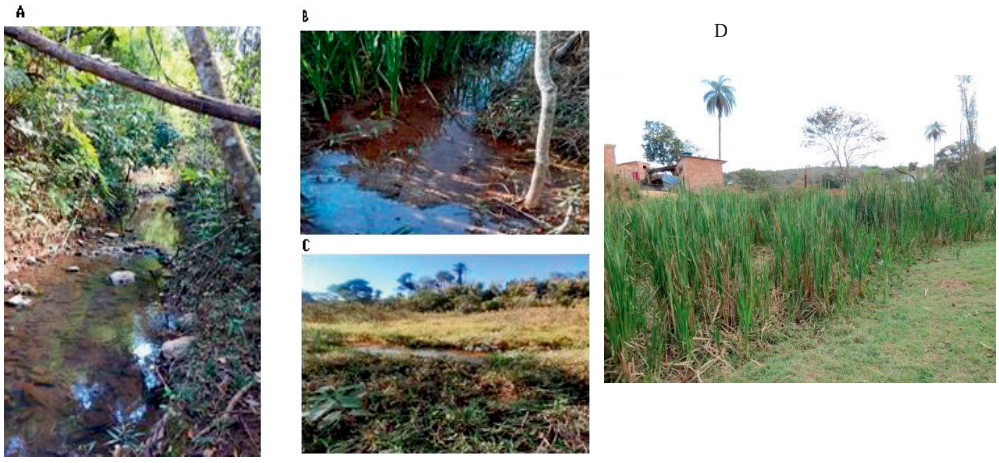


Fig. 4 - A: Córrego Macacos preservado no trecho do Projeto Providens. **B, C e D:** Córrego Macacos com assoreamento e plantas invasoras como *Brachiaria sp* e *Typha domingensis* (taboa).

2.1- Índice de perda da vegetação Atlântica:

A perda da vegetação na área de estudo da Ocupação vitória foi estimada pelo Índice de vegetação por diferença normalizada – NDVI (Fig. 5) baseado nas imagens obtidas do satélite Landsat 8/OLI. O índice NDVI é um indicador sensível usado para sensoriamento remoto de vegetação verde e varia de -1 a +1; e os valores mais altos indicam a presença de vegetação verde fotossinteticamente ativa (KAUFMANN ET AL., 2003; TUCKER, 1979). O NDVI consiste em determinar uma razão entre a diferença e a soma entre a refletância em bandas menos absorventes no infravermelho próximo (ρNIR) e a banda altamente absorvente no vermelho visível (ρred) (ROUSE JR., HAAS, SCHELL, & DEERING, 1973).

$$NDVI = \left(\frac{NIR - RED}{NIR + RED}\right) \quad (1)$$

onde:

NIR = refletância espectral da superfície na faixa do infravermelho próximo (banda 5 do sensor *Operational Terra Imager* - OLI/Landsat 8);

RED = reflectância espectral da superfície na banda vermelha(banda 4 do sensor OLI/Landsat 8).

Os resultados demonstram que a vegetação foi eliminada rapidamente a partir de 2013 evidenciando que a urbanização/Ocupação foi feita simultaneamente em toda a área.

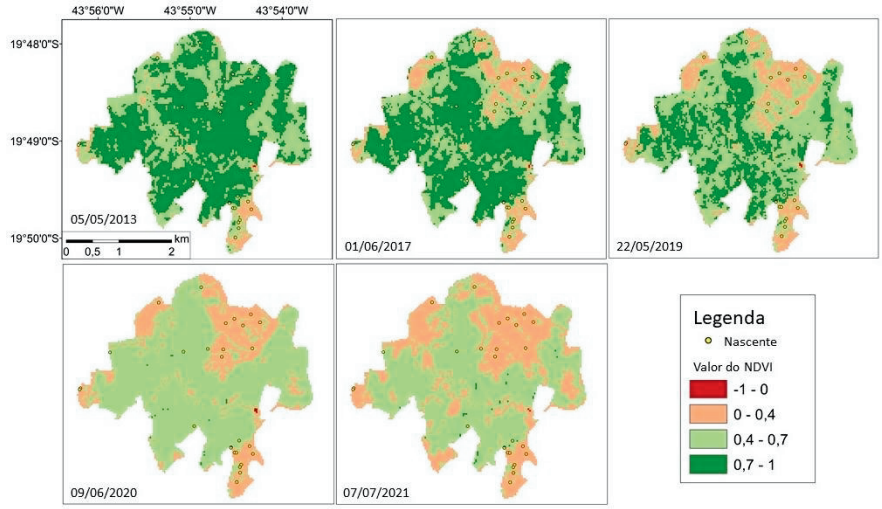


Fig. 5 - *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) da região da Granja Werneck para t imagens obtidas i em (A) 2013, (B) 2017, (C) 2019, (D) 2020 e (E) 2021

2.2 - Avaliação do impacto sobre a composição florística da vegetação na microbacia do córrego Macacos

Visando avaliar a perda da vegetação foi feita a análise das espécies presentes na microbacia do Ribeirão Macacos após a instalação das ocupações. Para tanto, foram consideradas três zonas no córrego Macacos (Fig. 3). A zona 1 (verde) apresenta trecho a montante mais preservado e também um trecho que recebe sedimentos da Ocupação Esperança. A Zona 2 (Vermelho) recebe o maior aporte de sedimentos da Ocupação Esperança, Vitória e Rosa Leão. A Zona 3 (laranja) é o trecho mais preservado, próximo a área do projeto Providens.

O índice de Shanon foi usado para estimar a biodiversidade:

$$H' = -\sum_{i=1}^{R} pi \ln pi \qquad (2)$$

Onde:

H'= índice de diversidade de Shannon-Weaver;
pi = Proporção de indivíduos of i-ésima espécie em toda a comunidade: pi= n/N, onde n = indivíduos de uma dada espécie e N= número total de indivíduos na comunidade
∑ = Somatório e ln= logaritmo neperiano.

Os resultados foram analisados usando ANOVA ($p \leq 0.05$) e as medias foram comparadas usando Tukey's test ao nível de significância de $p \leq 5\%$.

Os resultados foram apresentados no trabalho de Fonseca et al. (2022). As análises de riqueza e biodiversidade da Mata Ciliar (Fig. 6-A e B) confirmam que o trecho do córrego Macacos próximo às ocupações (Zona 2) foi o que sofreu maior perda vegetação.

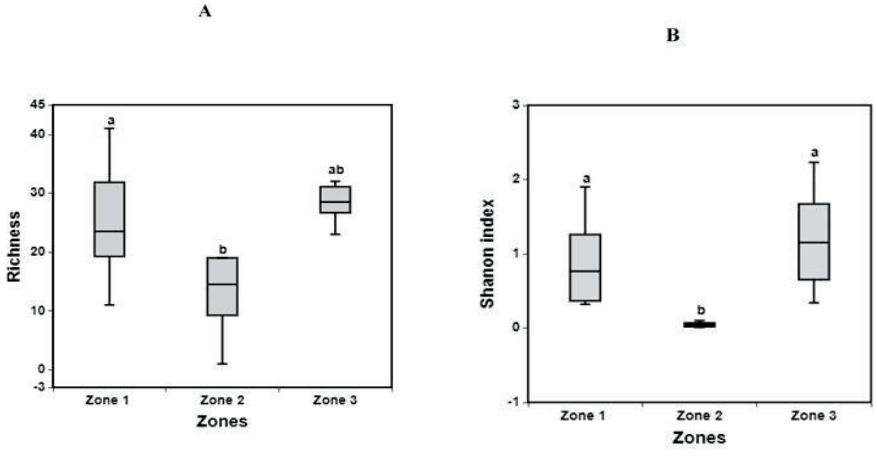


Fig. 6-A: Análise de riqueza de espécies e **B**: Índice de Biodiversidade de Shanonn das espécies arbóreas encontradas nos trechos ripários (Zonas) do córrego Macacos.

As espécies dominantes na Mata Ciliar do córrego Macacos preservado pertencem às famílias Fabaceae (*Dalbergia nigra, Inga marginata*, Piptadenia gonoacantha), Lauraceae (*Nectandra oppositifolia, Ocotea* sp), Arecaceae

(Palmaceae) *Acrocomia aculeata* ,Euphorbiaceae (*Croton urucurana*) Piperaceae (*Piper arboreum*), Malvaceae **(***Guazuma ulmifolia*), Sapindaceae: *Cupania vernalis* **.**

III – Diagnóstico de impacto sobre a vegetação nas nascentes da Ocupação Vitória

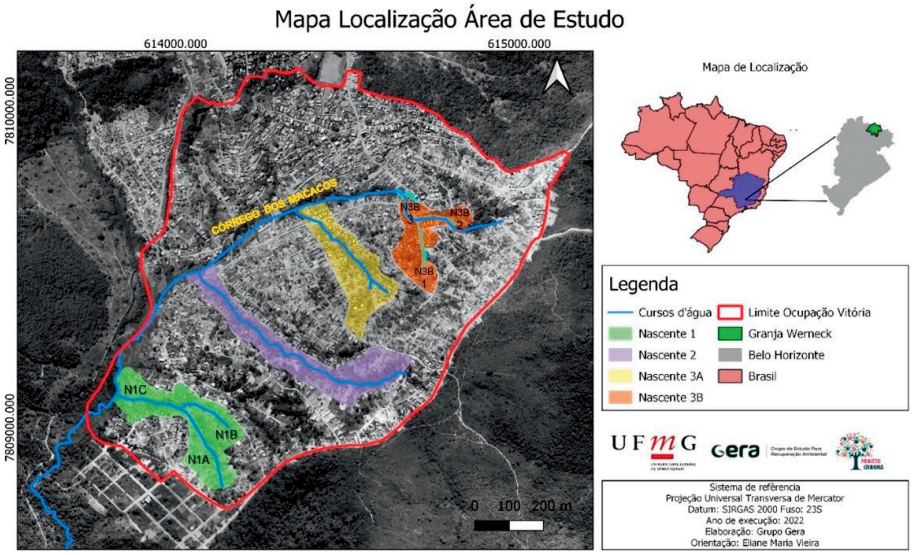


Fig. 7 - Localização das nascentes em estudo.

Na Fig. 7, estão apresentadas as áreas de trabalho correspondentes às nascentes N1 (A, B, C); N2, N3 e N4). Estas áreas foram estudadas quanto à perda vegetação pelo NDVI em 2021, sete anos após a instalação da ocupação.

Usando a mesma metodologia acima descrita, observa-se na Fig. 8 -A que a vegetação nativa arbórea está presente na Mata ripária da área preservada da Granja Werneck da sub bacia do córrego Macacos, região do Projeto Providens da Casa de Francisco. Porém, à medida que se aproxima da foz do córrego Macacos, no ponto de exutório de encontro com o Ribeirão Isidora, a área está mais degradada com índice de perda de vegetação de 0,4. A maior perda de vegetação se verifica na Ocupação Vitória onde a vegetação está restrita aos vales por onde drenam as águas das nascentes para o córrego Macacos. (Fig. 8 B) com NDVI entre 0,2 e 0,6.

Quando se analisa cada nascente (Fig. 9), observa-se que na Nascente 1 A e 1B a vegetação está reduzida (índice de 0,13 até 0,6), enquanto na N 1 C observamos pontos mais densos com NDVI próximo de 0,55. Igualmente N1 B, C e D são encontradas manchas com vegetação mais densas. A avaliação em campo evidencia que algumas manchas de vegetação densa estão associadas às espécies de invasoras como *Brachiaria sp* e *Typha domingensis*. Desta forma, procedeu- se ao levantamento florístico das espécies ocorrentes na área preservada e nas nascentes e drenagens impactadas da Ocupação Vitória visando identificar quais espécies ocorrem nas manchas de vegetação.

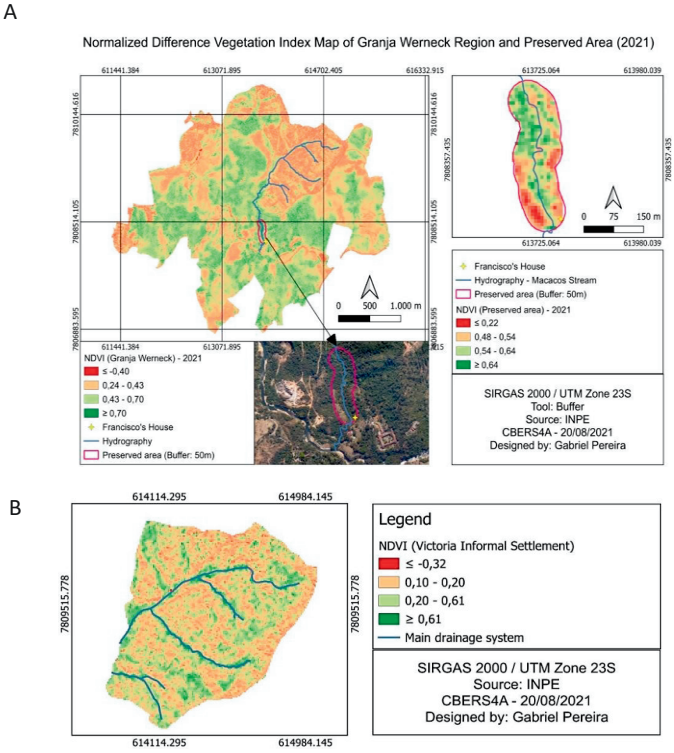


Fig. 8 - *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) da região da Granja Werneck para imagens obtidas em 2021 de **(A)** vegetação na área preservada do córrego macacos próximo ao projeto Providens (Casa De Francisco|) e na sua foz no Ribeirão Izidora. **(B)** Vegetação na Ocupação Vitória ao longo das nascentes.

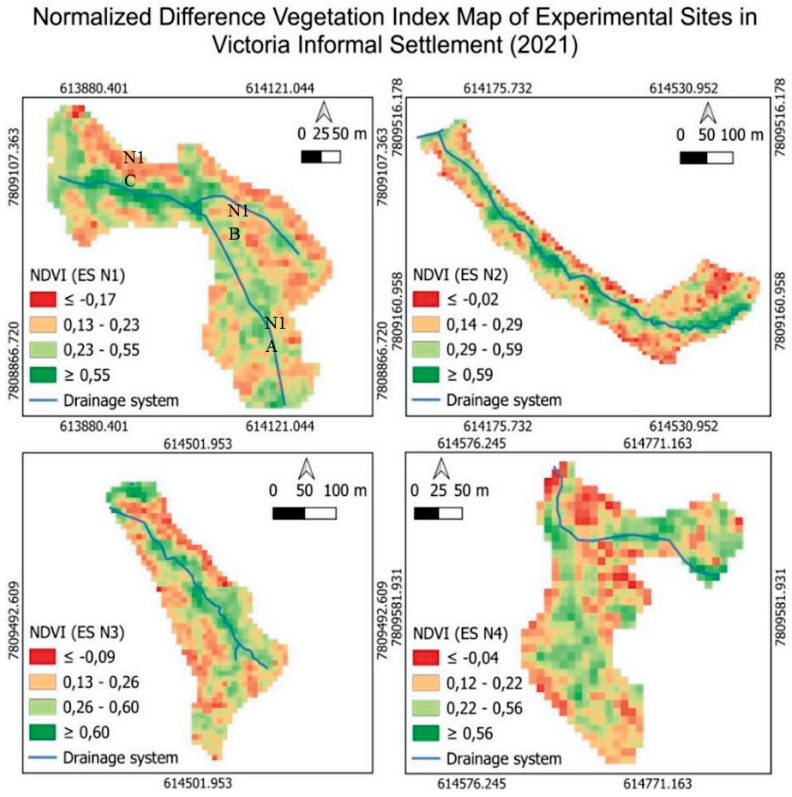


Fig. 9 - *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) da região da Ocupação Vitória para imagens obtidas em 2021 de (A) vegetação nas áreas de recuperação das Nascentes N1 (A, B E C), N2, N3, N4.

Quando se analisa cada nascente (Fig. 9) observa-se que em N1-A e N1-B a vegetação está reduzida (índice de 0,26 até 0,6), enquanto em N1-C, existem pontos mais densos com NDI próximo de 0,55. Igualmente N1-B, N1-C e N1-D são encontradas manchas com vegetação mais densa. A checagem em campo evidencia que algumas manchas de vegetação densa estão associadas às espécies de plantas invasoras como *Brachiaria sp* e *Typha domingensis*. Desta forma, procedeu- se ao levantamento florístico das espécies ocorrentes na área preservada e nas nascentes e drenagens impactadas da Ocupação Vitória visando identificar quais espécies ocorrem nas manchas de vegetação (tabela 1).

Tab. 1 - Identificação das espécies vegetais ocorrentes nas áreas de estudo antes da degradação. na área preservada (Pr) e após impacto nas nascentes N1, N2, N3 e N4.

Família/Espécie	Pr	N1	N2	N3	N4
Apocynaceae					
Aspidosperma parvifolium A.DC.		1			
Anacardiaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Lithraea brasiliensis Marchand	2				
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.		2	1		
Annonaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Annona sylvatica A.St.-Hil.	2	2			2
sp2	3				
Xylopia aromática (Lam.) Mart					2
Xylopia sp.	3				
Araliaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Dendropanax cuneatus (DC.) Decne. & Planch.	3				
Arecaceae (Palmaceae)	Pr	N1	N2	N3	N4
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.	1	1	2	2	1
Asteraceae	Pr	N1	N2	N3	N4
sp1	2				
Tilesia baccata (L.f.) Pruski	1				
Vernonia polysphaera Baker		1			
Vernonanthura polyanthes (*cf*.) (Spreng.) Less.		1			
Vernonanthura sp.	5				1
Bignoniaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Handroanthus albus (Cham.) Mattos			1		2
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos		3			
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	1			1	
Handroanthus sp			9		
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith			2	4	1
Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau ex Verl.	1				
Calophyllaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Calophyllum sp.	1				
Cannabaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Celtis brasiliensis (Gardner) Planch	2				
Celtis glycicarpa Mart. ex Miq.	2	2			
Connaraceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Rourea sp.	1				
Cunoniaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Lamanonia sp.	7				
Euphorbiaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Croton urucurana Baill.	4	7	2	6	

Euphorbia heterophylla L.		1			
Ricinus communis L.				1	
Sapium glandulosum (L.) Morong	2				
Erythroxylaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Erythroxylum sp		1			
Fabaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Acosmium sp.	2	9			
Acosmium lentiscifolium Schott	2				
Bauhinia sp.		5			
Copaifera langsdorffii Desf.	5		1		
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth					6
Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	21	1		1	
Inga sp.	1		1	3	
Inga marginata Willd.			3		
Inga vera Willd.					1
Leptobium elegans Cleve			1		
Machaerium aculeatum Raddi		1			
Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.				2	4
Machaerium villosum Vogel			1		
Myroxylon peruiferum L.f.	2				
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	3	2			1
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J. F. Macbr.	25	8		6	
Platypodium elegans Vogel	2	11		1	1
Platycyamus regnellii Benth.					1
Senna macranthera (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby			1		
Senna macranthera (cf.) (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	1				1
Senna multijuga (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	2				
Senna sp2	1				
Hypericaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Vismia sp.		1			
Lamiaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Aegiphila integrifolia (Jacq.) Moldenke				1	
Aegiphila sp.		8		1	
Lauraceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Nectandra oppositifolia Nees	8				
Ocotea sp1	10				
Ocotea minarum (Nees & Mart.) Mez	2				
Lythraceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Lafoensia pacari A.St.-Hil			1		

Lafoensia sp.	1				
Malpighiaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Malpighia sp.	4				
Malvaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Apeiba tibourbou Aubl.		1	2	1	
Gaya pilosa K.Schum. *Guazuma ulmifolia* Lam.	5				
Luehea divaricata Mart. & Zucc					1
Luehea grandiflora Mart. & Zucc	4	6	2	2	
Pavonia sp. *Sida rhombifolia* L.	3				
Melastomataceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Clidemia hirta (L.) D.Don	5	1	25	1	3
Clidemia biserrata DC.	4				
Miconia albicans (Sw.) Triana	12	6	4	1	2
Miconia sellowiana Naudin				1	
Miconia trianae Cogn.	2				
Pleroma sp	1			3	
Meliacaeae	Pr	N1	N2	N3	N4
Cabralea canjerana (Vell.) Mart.	2				
Cedrela fissilis Vell					
Guarea guidona C.DC.	6				
Guarea sp.	2		2		
Trichilia hirta L.	2				
Moraceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Ficus guaranitica Chodat		2	1		2
Sp1			1		
Sorocea bonplandii (cf.) (Baill.) W.C.Burger et al.	1				
Sorocea guilleminiana Gaudich.			1		
Myrtaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O.Berg	2		1		
Campomanesia sp.					
Campomanesia sp.1	1				
Eugenia uniflora L.			1		
Myrcia splendens (Sw.) DC.	24	1		2	2
Myrcia sp.					
Psidium guajava L.	3	4	1	1	
Myrsinaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Myrsine sp.	1				
Musaceae	Pr	N1	N2	N3	N4

Musa sp.					
Ochnaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Ouratea castaneifolia (DC.) Engl.	4				1
Ouratea sp		4		6	
Piperaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Piper arboreum Aubl.	18				
Piper aduncum L.	5				
Piper sp. *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq					
Polygonaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Coccoloba sp			1	1	
Proteaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Roupala montana Aubl.					
Rosaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Rubus sellowii Cham. & Schltdl.					
Rubiaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Amaioua guianenses Mart. ex Schult. & Schult.f.	5				
Chomelia brasiliana Mart. ex Schult. & Schult.f.	1	1			
Faramea marginata Mart.					
Faramea sp.	1				
Psychotria carthagenensis Jacq.					
Psychotria sp.	8		1		
Rudgea sp.				1	
Rutaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Citrus bigaradia Loisel					3
Metrodorea maracasana Kaastra *Metrodorea* sp.	1	3			
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	4	4			
Salicaceae					
Casearia sylvestris Sw.	10	2	5		3
Xylosma sp.	6				
Sapindaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Allophylus sp.	1				
Cupanea vernalis Couch	12	7	13		2
Allophylus sp.			1		
sp2	3				
Talisia esculenta Radlk	1				
Sapotaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Micropholis sp				2	
Siparunaceae	Pr	N1	N2	N3	N4

Siparuna guianensis Aubl.	14	4	2	5	
Solanaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Solanum paniculatum L.	1	1	2		
Solanum viarum Dunal			9		
Urticaceae	Pr	N1	N2	N3	N4
Cecropia pachystachya Trécul				1	
Cecropia sp.		3	1		
Cecropia sp.1				3	

Na tabela 1 estão apresentadas as famílias e as espécies ocorrentes nas áreas de estudo. Como previsto, o número de espécies encontradas na área preservada é muito maior que nas demais áreas e o menor número de espécies foi registrado na N1A.

Foram encontradas cerca de cinco espécies/m^2 na mata ciliar da área preservada, enquanto no trecho degradado de N1, N2, N3 e N4 foram encontradas respectivamente, 2.6, 2.2, 1.8 e 1.6 espécies/m^2.

A distribuição das famílias foi alterada após o desmatamento (Fig.10). Na área preservada as famílias Fabaceae e Myrtaceae foram dominantes e observa-se uma distribuição harmônica das demais famílias. Nas áreas impactadas, estas dominâncias foram alteradas e, além da redução do número de famílias, observa-se uma distribuição diferencial de dominância entre famílias.

Os níveis de riqueza de espécies em cada área de trabalho podem ser avaliados na Tabela 1. Na maioria das áreas, a maior riqueza foi encontrada na família Fabaceae. Esta dominância e riqueza se deve ao papel ecossistêmico das plantas leguminosas, provedoras de nutrientes como nitrogênio.

O nitrogênio é geralmente considerado o nutriente mais limitante para o crescimento de plantas no seu ambiente natural (BOHLOOL et al. 1992). Apesar do Nitrogênio ser o elemento mais abundante da atmosfera terrestre (79%), este se encontra na forma de gás nitrogênio (N_2) que é inerte e não passível de utilização pela maioria dos seres vivos. (Stacey et al., 1992).

Apenas alguns organismos procariontes portadores da enzima nitrogenase, são capazes de quebrar a tríplice ligação e reduzir este nitrogênio (N_2) à amônia. Estes organismos são denominados diazotróficos e o mecanismo responsável por este

processo é denominado fixação biológica de nitrogênio (FBN). Esses microrganismos podem ser de vida livre, associativos ou simbiontes de plantas.

A maioria das plantas da Família Fabaceae é capaz de estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de N_2 da família Rhizobiaceae e o nitrogênio fixado nos nódulos radiculares é exportado para a parte aérea. Como as plantas leguminosas, elas se tornam ricas em nitrogênio quando comparadas às espécies de outras famílias. (Dobereiner, 1966). Indivíduos de espécies de leguminosas foram também encontrados abundantemente, mesmo após desmatamento das nascentes (Fig. 10).

Na floresta ripária da Mata Atlântica na área preservadas da Granja Werneck (Casa de Francisco) ocorreu dominância da família Fabaceae. No entanto, as espécies ocorrentes em cada família não são as mesmas quando se compara entre áreas de trabalho. Mesmo assim, isto sugere que esta família também apresenta maior resiliência.

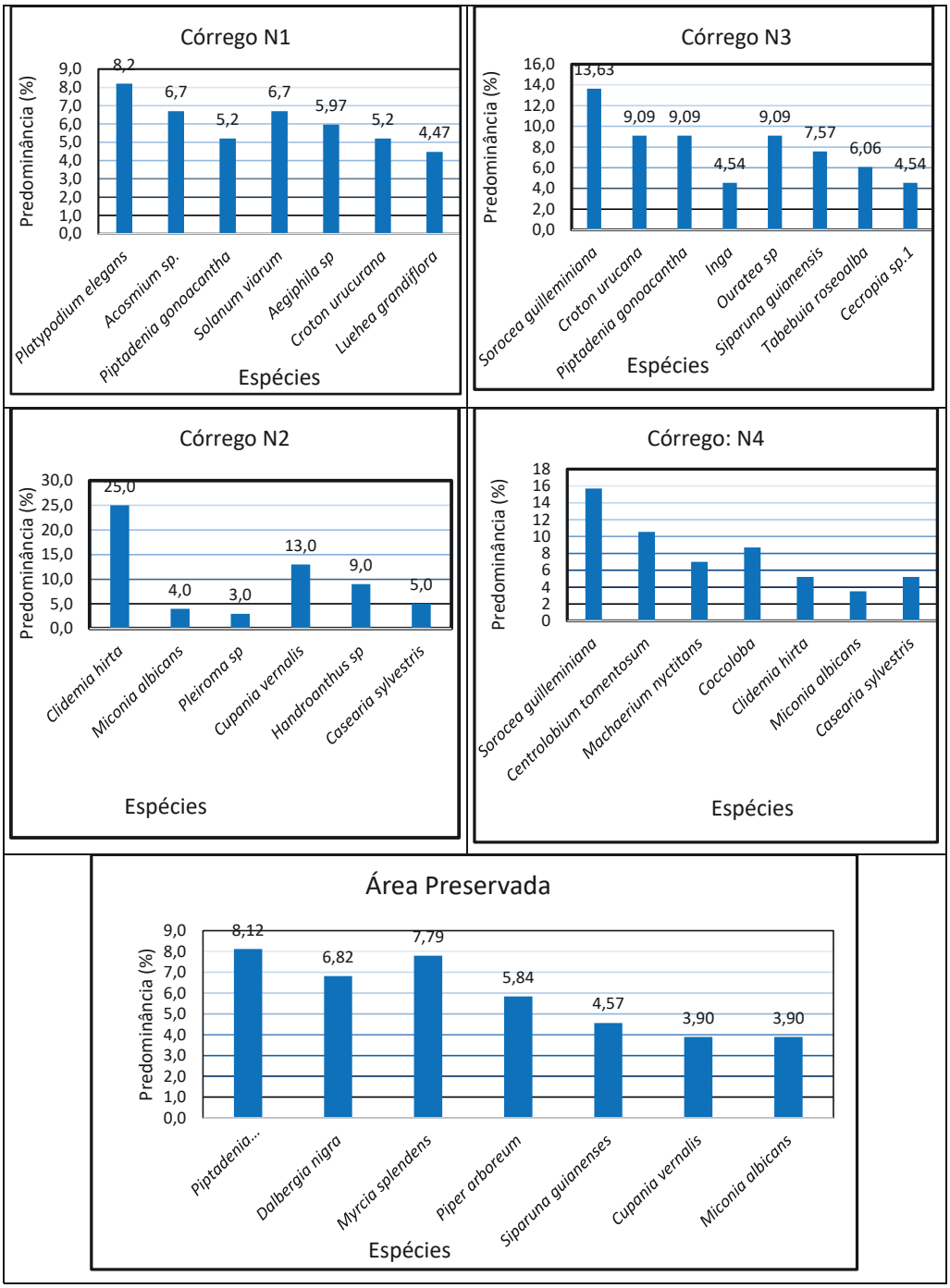


Fig. 10 - Riqueza de espécies arbóreas em cada área de trabalho na Ocupação Vitória

A análise comparativa entre espécies da área preservada com as áreas da ocupação (tabela 2) pode ser evidenciada pelos índices de similaridade entre as áreas estimados através dos índices de Sorensen e Jaccard calculados como segue:

Índice de similaridade de Sorensen:

(3)

$$SS = \frac{2C}{S1 + S2}$$

Onde:

S1: Número de espécies no sítio 1
S2: Número de espécies no sítio 2
C: Espécies comuns

Índice de similaridade de Jaccard:

(4)

$$CJ = \frac{C}{A+B} - C$$

Onde:

A= Número de espécies do sítio A
B= Número de espécies do sítio B
C= Número espécies comuns entre A e B

A maior similaridade de espécies em relação a área preservada foi encontrada entre na nascente N1 e a menor na N4 (Tabela 2). A nascente N3 apresentou maior semelhança com a N1. Os principais fatores para a dissimilaridade foram a perda de espécies arbóreas com o desmatamento, mas especialmente a presença massiva de espécies herbáceas na interface do ecossistema terrestre e aquático.

As espécies dominantes na área de sedimentação foram principalmente as invasoras. Na mata ciliar da área preservada, a espécie herbácea dominante pertence à família Poaceae *(Lasiacis* sp). Em contraste, as espécies dominantes na N1, N2, N3 e N4 com maior índice de Ocupação foram: *Typha dominigensis; Urochloa sp* , *Melinis minutiflora* e *Urochloa sp ,* respectivamente (Tabela 3). Todas estas espécies são

invasoras. Destaca-se que em toda a área do exutório, próximo ao Córrego Macacos, a espécie *Typha dominigensis* (Taboa) foi a espécie dominante.

Analisando as florestas em Minas, Gerais Gomide et al. (2006) observaram uma redução da similaridade de espécies desde a nascente até a foz, especialmente nas áreas de sedimentação. Esta alteração pode ser atribuída ao excesso de sedimentos carreados para esta zona constituindo uma pressão seletiva sobre as espécies. As espécies herbáceas desempenham um papel importante na estabilização do solo na interface com o sistema aquático. A seleção e plantio de espécies vegetais nativas com capacidade agregante e estabilizadora, é uma das metas desta recuperação.

Tab. 2 - Índices de similaridade de Sorensen e Jaccard comparando as áreas de trabalho entre si.

Indice Sorensen

sites	N1	N2	N3	N4
N1				
N2	0.39			
N3	0.47	0.4		
N4	0.31	0.26	0.3	
Preservada	0.4	0.27	0.27	0.2

Indice de Jaccard

sites	N1	N2	N3	N4
N1				
N2	0.24			
N3	0.3	0.25		
N4	0.18	0.15	0.18	
Preservada	0.22	0.15	0.15	0.11

Tab. 3 - Ocupação e lista de espécies herbáceas nas diferentes áreas de estudo.

	Córrego: N1	
Família	**Espécies de Plantas**	**H/m²**
Acanthaceae	*Hygrophila sp.*	0,75
Asteraceae	*Cosmos sulphureus*	0,375
	Delilia biflora	0,875
	Blainvillea acmella	0,25
	Melampodium panicilation	0,375
Commelinaceae	*Comelina benghalensis*	2,75
Convovulaeeae	*Ipomoea asarifolia*	1,0
Cvperaceae	*Rhynchospora nervosa*	0,5
Euphorbiaceae	*Chamaesyce hyssopifolia*	0,25
	Chaeyce sp.	0,625
Hvpoxidaceae	*Hypaxis decumbens*	0,375
Lamiaceae	*Hyptis sp.*	0,125
Maivaoeae	*Sida rhombifolia*	1,0
Onagraceae	*Ludwigia elegans*	5,18
Phyllantliaceae	*Phyllanthus niruri*	0,375
Poaceae	*Urochloa sp.*	17,87
	Setaria vulpiseta	1,125
	Megathyrsus maxímus	3,625
Rubiaceae	*Richardia sp*	2,75
	Richardia scabra	1,25
	Hexasepalum teres	0,5
Solanaceae	*Physalis angulata*	1,75
Thelypteridaceae	*Christella dentaia*	1,93
Typhaceae	*Typha domingensis*	8,43
Total		54,03

	Córrego: N2	
Família	**Espécies de Plantas**	**H/m²**
Cyperaceae	*Cyperus luzulae*	3,66
Euphoibiaceae	*Ricinus communis*	1,33
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	*2,0*
Poaceae	*Urochloa sp.*	51,0
	Megathyrsus maximus	6,66
Total		64,65

	Córrego: N4	
Família	**Espécies de Plantas**	**H/m²**
Asteraceae	*Centraherum punctatum*	0,33
Cyperaceae	*Cyperus meyenianus*	1,33
Equisetaceae	*Equisetum sp.*	2,33
Fabaceae	*Macroptilium atropurpurem*	3,33
	Chamaecrista sp.	2,0
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	0,66
Poaceae	*Setaria parviflora*	4,0
	Urochloa sp.	54,0
	Chloris gayana	1,0
	Echinochloa crus-galli	4,33
Total		73,31

	Córrego: N3	
Família	**Espécies de Plantas**	**H/m²**
Asteraceae	*Blaimillea acmella*	14.33
	Orthopappus angustifolius	1.33
Euphorbiaceae	*Euphorbia hirta*	1,33
Mahaceae	*Sida rhombifolia*	1,0
Onagiaceae	*Litdwigia elegans*	1,33
Poaceae	*Melinis munutiflora*	26,66
	Megathyrsus maximus	19,83
	Urochloa sp.	3,5
Typhaceae	*Typha domingensis*	5,33
Total		74,64

	Area Preservada	
Família	**Espécies de Plantas**	**H/m²**
Asteraceae	*Blainvillea acmella*	2,0
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	0,66
	Comméia erecta	0,66
Cyperaceae	*Rynchospora nervosa*	0,66
Piperaceae	*Pothomorphe umbellata*	2,0
Poaceae	*Lasiacis sp.*	41,0
Rhamnaceae	*Gouania sp.*	4,6
Sapindaceae	*Serjania sp.*	2,3
Thelypteridaceae	*Christella dentata*	9,5
Total		63,0

Estes resultados permitiram selecionar espécies vegetais arbóreas, nativas e adaptadas à Mata Atlântica. Estas espécies foram selecionadas para cada nascente em estudo. Foram plantadas cerca de 6.000 plantas na área ripária seguindo modelo de zoneamento.

A floresta ripária é um ecótono de transição do ecossistema terrestre com o aquático (Lowrance et al., 1997) a qual tem um papel pivotante no tamponamento e proteção de ambos os ecossistemas, especialmente nas inundações (Naiman and Decamps, 1997). A vegetação ripária estabiliza as margens; reduz erosão (Naiman andDecamps, 1997); intercepta carreamentos superficiais e a água das nascentes, assim como fluxos hídricos superficiais e profundos (Lowrance et al., 1997; Anbumozhi et al., 2005). De acordo com *US Natural Resources Conservation* Service (NRCS), um sistema ripário tampão consiste em 3 zonas funcionais além da zona hiporéica, assegurando os serviços ecossistêmicos de estabilização e drenagem do solo sob inundação e sob pressão antrópica de diferentes usos nos solos circunvizinhos. Em concordância com NRCS, diferentes autores categorizaram as zonas ripárias como zonas funcionais (Welsch, 1991; Lowrance et al., 1997; Sheridan et al., 1999; Schultz et al., 2004) como segue:

1- Zona hiporéica que conecta as águas terrestres e aquáticas profundas em um fluxo bidirecional.

2- Zona I, área adjacente ao curso de água cuja função é estabilizar as margens e conectar a água superficial com o lençol freático, incluindo as espécies herbáceas, estabilizadoras das margens (Tabela 3).

3- Zona II, que é a zona acima da Zona I onde as espécies presentes são produtoras de biomassa vegetal, capazes de assegurar drenagem e estabilização impedindo erosão superficial e profunda.

4- Zona III, zona transição entre a mata ripária e áreas de manejo e de uso antrópico.

Tanto a estabilização como drenagem do solo dependem da formação de agregados (Bronik and Lal, 2005). A formação de agregados, por sua vez, é controlada pela vegetação presente, seja através do sistema radicular que física e quimicamente estabiliza o solo, seja pelo *input* de biomassa vegetal que fornece substrato para a microbiota decompositora responsável pela formação de ácidos húmicos (Gholamiand Khaleghi, 2013).

O produto da decomposição das plantas lenhosas ricas em lignina é o ácido húmico, molécula responsável pela formação de agregados no solo (Stevenson, 1994; Six et al., 2002.).

As substâncias húmicas, moléculas ricas em cargas negativas, estabelecem pontes iônicas entre si e entre argila e areia formando os complexos argilo-húmicos que são a unidade primária de agregação (Piccolo, 2002). A formação dessas pontes resulta na formação de microagraegados (<250µm) e macroagregados (>250 µm) como descrito por Tisdall and Oades (1982) e Kimura et al. (2017).

A formação de agregados, por sua vez, permite a formação de poros (Macro e microporos) permitindo a aeração e permeabilidade. (Stevenson, 1994). Um solo com bom estado de agregação funciona também como sequestrador de carbono, mitigando as mudanças climáticas (Zheng et al., 2016; Zhao et al., 2018; Mustafa et al., 2020).

A formação da Zona II é um dos pontos fortes da recuperação de uma mata ripária porque é nesta zona que são formados os agregados e a rede de poros, responsáveis pela estabilização e permeabilidade do solo tornando-o capaz de suportar as inundações e o excesso de água das nascentes. Mesmo sendo uma área de drenos numa área de floresta ripária urbana, o estabelecimento de uma mata ripária com as zonas 1 e 2 faz-se necessário para assegurar os serviços ecossistêmicos de estabilização, permeabilidade e evapotranspiração no ciclo hídrico.

Agradecimentos

Agradecemos ao Fundo Socioambiental - FSA da Caixa Econômica Federal -CEF através do Acordo de Cooperação Financeira 209/2021 pelo apoio financeiro ao projeto.

Agradecemos à Eco Engenharia, na pessoa do Eng , Carlos Condé pela participação valorosa na execução dos trabalhos de abertura e estabelecimento dos drenos.

Agradecemos à Casa de Francisco vinculada à Arquidiocese de Belo Horizonte e à Providens-Ação Social Arquidiocesana , nas pessoas da Profa. Fernanda Flaviana de Souza Martins e Sr. Robson Cardoso e toda a equipe.

Agradecemos aos funcionários que decisivamente apoiaram as atividades de campo, especialmente, Driene Santos, Robson Vicente, Robertino e Felipe.

Agradecemos o apoio do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, assim como pelo apoio para produção de mudas no viveiro.

Finalmente, expressamos nossos agradecimentos à prefeitura de BH e CREURB pelo apoio logístico.

Bibliografia

Anbumozhi, V., J. Radhakrishnan & E. Yamaji. 2005. Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. Ecol. Eng. 24,517–523, http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.01.007.

Bohlool, B.B.; J.K. Ladha, D.P. Garrity & T. George. 1992. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. Plant and Soil, Dordrecht, v. 141, n.1, p.1-11.

Döbereiner, J. 1966. Evaluation of nitrogen fixation in legumes by the regression of total plant nitrogen with nodule weight. *Nature*, *210* (5038), 850-852.

Brady, N.C. & R.R. Weil. 2007. The Nature and Properties of Soil, fourteenth ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Bronick, C.J. & R. Lal. 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma124, 3–22, http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.005

Fiaschi, P. & J.R. Pirani. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. Journal of Systematics and Evolution 47: 477–496.

Fonseca, M.T, R. Lima, S.L.L. Silva. H.L.M. de Paula, F.F. da Cruz, A. Antão, J. Cordeiro, L.A.I Saenz & M.R. Scotti. 2022. Impact of a low-income informal settlement in a headwater area at high-risk of erosion in Brazil. Proceedings of the 6th International Conference of Recent Trends in Environmental Science and Engineering (RTESE'22) 190-1 .

Gholami, V., Khaleghi, M.R. 2013. The impact of vegetation on the bank erosion(Case study: the Haraz river). Soil Water Res. 8, 158–164.

Gomide, L. R., Scolforo, J. R. S. & Oliveira, A. D. D. 2006. Análise da diversidade e similaridade de fragmentos florestais nativos na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais. *Ciência Florestal*, *16*, 127-144.

Fundação SOS Mata Atlântica & INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2001.

Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995–2000. Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, São Paulo.

Hueck, K. 1972. As Florestas da América do Sul. São Paulo: Ed. UnB/Ed. Polígono.

IBGE (1992) Manual técnico da vegetação brasileira. Serie Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro: IBGE.

Kimura, A.C., Baptista, M.B. & Scotti, M.R. 2017. Soil humic acid and aggregation as restoration indicators of a seasonally flooded ripárian forest under buffer zone system. Ecological Engeneering, 98, 146–156.

Lowrance, R., Altier, L.S., Newbold, J.D., Schnabel, R.R., Groffman, P.M., Denver, J.M., Correll, D.D.L., Gilliam, J.W., Robinson, J.L. 1997. Water quality functions ofripárian forest buffers in Chesapeake Bay watersheds. Environ. Manag. 21, 687–712, http://dx. doi.org/10.1007/s002679900060

Marques, M.C., M.D. Swaine & D. Liebsch. 2011. Diversity distribution and floristic differentiation of the coastal lowland vegetation: implications for the conservation of the Brazilian Atlantic Forest. Biodiversity and conservation 20: 153–168. 28.

Mori S.A., B.M. Boom & G.T. Prance. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. Brittonia 33: 233–245.

Mustafa, A., X. Minggang, S.A. Ali Shah, M.M. Abrar, S. Nan, W. Baoren, C. Zejiang, Q. Saeed, M. Naveed, K. Mehmood & A. Núñez-Delgado. 2020. Soil aggregation and soil aggregate stability regulate organic carbon and nitrogen storage in a red soil of southern China. Journal of Environmental Management, 270, 110894. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110894.

Piccolo, A. 2002. The supramolecular structure of humic substances: a novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. Adv. Agron. 75, 57–134, http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2113(02)75003-7.

Naiman, R.J. & H. Decamps, H. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. Annu.Rev. Ecol. Syst. 28, 621–658, http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.28.1.621

Nilaweera N. & P. Nutalaya. 1999. Role of tree roots in slope stabilisation" in *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 1999, vol. 57 pp. 337–342.

Rambo B. 1951. O elemento andino no pinhal riograndense. Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues 3: 7–39.

Reubens B., J. Poesen, F. Danjon, G. Geudens & B. Muys. 2007. "The role of fine and coarse roots in shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: a review' in *Trees*, 2007, vol. 21, pp. 385–402.

Rodrigues, G. A. B. L. 2016. "O caso Izidora: as ocupações urbanas e a reprodução do espaço em Belo Horizonte". Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Schultz, R.C., T.M. Isenhart, W.W. Simpkins & J.P. Colletti. 2004. Riparian forest buffers in agroecosystems-lessons learned from the bear creek watershed, central Iowa, USA. Agrofor. Syst. 61, 35–50, http://dx.doi.org/10.1023/B:AGFO.0000028988.67721.4d

Sheridan, J. M., R. Lowrance & D.D. Bosch. 1999. Management effects on runoff andsediment transport in riparian forest buffers. TASAE 42, 55–64, http://dx.doi.org/10.13031/2013.13214.

San Martín I. & F. Ronquist. 2004. Southern Hemisphere biogeography inferred by event-based models: plant versus animal patterns. Systematic Biology 53: 216–243.

Six, J. & K. Paustian. 2014. Aggregate-associated soil organic matter as an ecosystem property and a measurement tool. Soil Biol. Biochem. 68, A4–A9, http://dx. doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.06.014.

Stacey. G., R. H Burris & H.J. Evans. 1992. Biological Nitrogen Fixation. New York: Chapman and Hall, 943p.

Stevenson, F. J. 1994. Humic Chemistry: Genesis, Composition, Reactions, seconded. John Wiley and Sons, New York.

Tabarelli, M., L.P. Pinto, J.M.C. Silva, M.M. Hirota & L.C. Bedê, L.C. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira.. MEGADIVERSIDADE ,1 132-138.

Tisdall, J.M. & J.M. Oades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. J. Soil Sci. 33, 141–163, http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2389.1982.tb01755.x.

Welsch, D.J. 1991. Riparian Forest Buffers. United States Department of Agriculture-Forest Service, Radnor, Pennsylvania, Publication NumberNA-PR-07–91.

Zhao, H., A.G., S. Shar, Y. Li. J. Chen, X. Zhang & X. Tian. 2018. Effect of straw return mode on soil aggregation and aggregate carbon content in an annual maize-wheat double cropping system. Soil and Tillage Research, 175, 178–186. doi:10.1016/j.still.2017.09.012.

Zheng, W. S., E.K. Morris, A. Lehmann & M.C. Rillig. 2016. Interplay of soil water repellency, soil aggregation and organic carbon. A meta-analysis. Geoderma 283, 39–47. doi: 10.1016/j.geoderma.2016.07.025.

CAP. 05
"Recuperação Ambiental Sustentável e Requalificação Urbana na Ocupação Vitória"

Autores:
Maria Thereza Fonseca[1], Maria Manoela Gimmler Netto[2,] Hugo Luiz Martins De Paula[3], Gabriel Pereira dos Santos[4,] Amanda La Corte de Carvalho Costa[5], Carlos Eduardo Araújo de Almeida[5], Maria Clara Lage Ferreira[5], Lucas Marinho da Silva[6], Resilia S. Migliorini Mendes[7], Maria Rita Scotti[8]

1- Arquiteta. Mestrado do Programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (PACPS) da Escola de Arquitetura da UFMG,
2- Arquiteta. Professora do PACPS e PUC Minas. Mestrado e doutorado pelo Programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG,
3- Curso de Ciências Socioambientais da UFMG
4- Curso de Geografia UFMG
5- Curso de Ciências Biológicas da UFMG
6- Curso de Ciências Biológicas da UEMG
7- Professora Depto Botânica da UEMG Bióloga pela PUC Minas com Mestrado e Doutorado em Biologia Vegetal/ UFMG
8- Professora Depto de Botânica do ICB/ UFMG. Bióloga/UFMG, Mestrado em Microbiologia do solo (UFMG), Doutorado em Biologia do solo (UFRJ) e Pós doutorado pela Universidade de Lisboa (Portugal) e Universidade de Salamanca (Espanha).

E-mail para correspondência: lab.ufmg.2010@gmail.com

Resumo

Nesse capítulo será discutido o processo de urbanização de Belo Horizonte e suas consequências para a expansão da cidade. Serão identificados os modelos de ocupação informal que existem no município, na região do Izidora e as possibilidades de uso do solo nestas regiões. Estas análises serão feitas sob o entendimento da recuperação de nascentes, drenos e florestas urbanas nas quatro nascentes do Projeto Isidora.

Abstract

In this chapter, the urbanization process in the city of Belo Horizonte and its consequences for the city's expansion will be discussed. The existing informal settlements in the municipality, particularly in the Izidora region, will be identified and alternative possibilities for sustainable land use will be proposed. These analyses will hopefully support the rehabilitation of four headwaters, drains and urban forests at the Izidora settlement area.

Palavras-chave: Ocupação urbana, crescimento desordenado, urbanização, meio ambiente, Belo Horizonte, recuperação de córregos e nascentes.

Keywords: disorderly urban occupation, urbanization, environment, Belo Horizonte, recovery of streams and springs.

Belo Horizonte: da construção da nova capital mineira às ocupações informais

Belo Horizonte é um caso emblemático de novo planejamento e construção de cidades no Brasil. Foi planejada e construída na transição para século XX, concebida para ser a capital da província de Minas Gerais, em substituição à anterior capital Ouro Preto (FERNANDES, 2019, p. 14). Atualmente, o município é o sexto mais populoso do país (IBGE, 2020). A história de Belo Horizonte perpassa vários períodos históricos. O município está localizando onde anteriormente estava o Curral del Rey (Fig. 1).

O arraial, fundado nas terras de Borba Gato, próximo ao curral de Francisco Homem del-Rei. Ele surgiu ao longo do caminho para Sabará e Caeté, importantes centros mineradores e no caminho para as minas de Vila Rica e povoados vizinhos, consumidores de produtos agrícolas e pecuários vindos do sertão e do vale do Paraopeba, região que se conectou diretamente com as minas apenas nos anos 1730, a partir da abertura de uma estrada via Serra da Calçada e da Moeda, ou seja, o arraial se estabeleceu na confluência das estradas de Sabará e da Vila Rica (Borsagli, 2019) (Fig. 2).

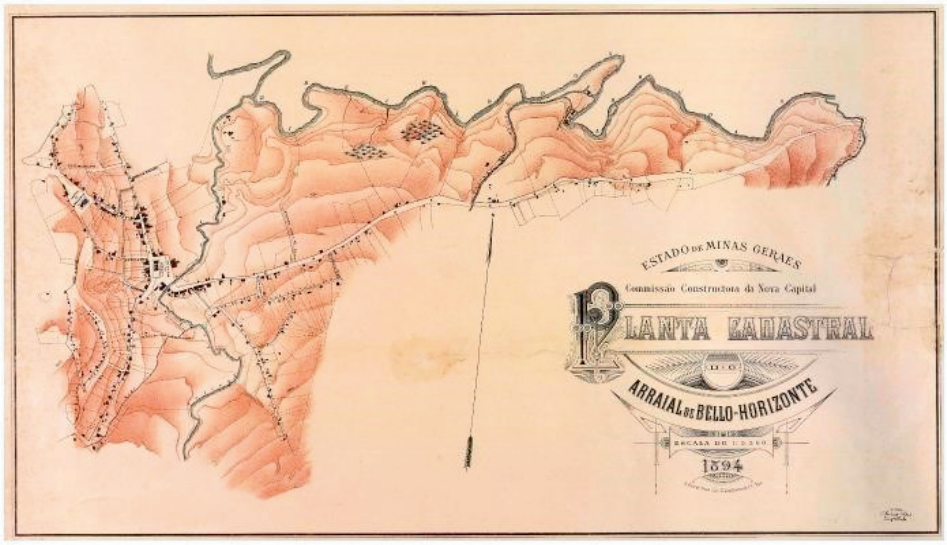


Fig. 1 - Planta Cadastral do Curral del Rey – 1984. Fonte: Borsagli, 2019.

Fig. 2 – Vista do Curral del Rey, 1894. Fonte: Borsagli, 2019.

A inauguração de Belo Horizonte foi marcada pela implantação de uma grade geométrica rígida, criando novos modos de viver em um novo território (Fernandes, 2019). Amaral (2015) explica que o plano urbanístico de Aarão Reis (Fig. 3) definiu a Avenida 17 de Dezembro – atual Avenida do Contorno como limite que separava a Zona Urbana da Zona Suburbana, com o intento de facilitar o recolhimento de impostos locais. No entanto, essa Avenida se destaca como contraponto à lógica positivista do plano. Marca o início das declividades mais acentuadas entre as zonas. "A transformação paisagística necessária à construção desta nova cidade incluiu uma extensa manipulação do solo, que envolve a canalização de cursos de água e drásticas terraplenagens, para além da expulsão da população que anteriormente vivia no local." (FERNANDES, 2019, p. 16).

> O planejamento de Aarão Reis objetivava a síntese entre a Paris de Haussmann e a Washington de L'Enfant, ambas cidades em que o planejamento propôs mudar a essência do espaço por meio de uma brutal ruptura com o passado para a construção de um novo futuro. Com a nova capital do estado de Minas Gerais buscava-se, por um lado, inaugurar o rompimento com o passado colonial representado por Ouro Preto e, por outro, celebrar a modernidade que finalmente alcançava a nação brasileira. (CANETTIERI, 2015. P. 117)

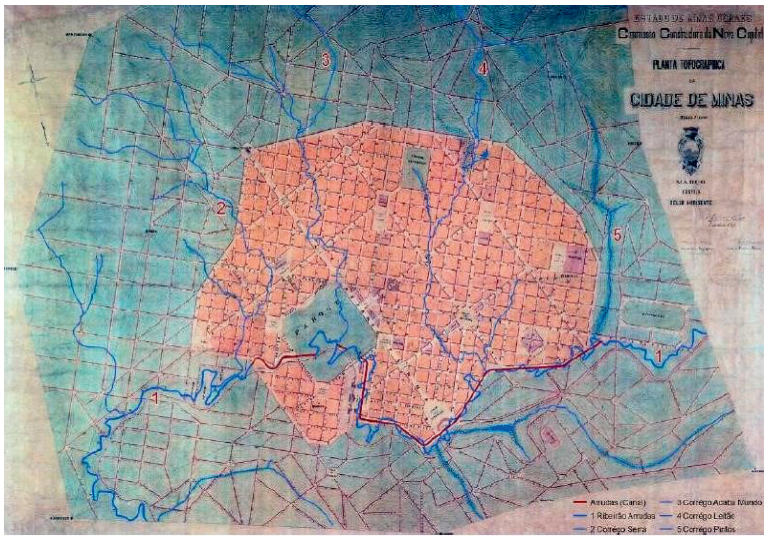


Fig. 3 – Planta Topográfica da Cidade de Minas (1895). Fonte: Borsagli, 2019.

A evolução urbana extrapolou os limites estabelecido pelo plano urbano de Belo Horizonte (Fig. 4). O período 1898-1918 apresentou inúmeros problemas ocasionados pela falta de infraestrutura urbana nos bairros em consolidação, em particular a drenagem pluvial e a rede de esgotos que causaram estragos até então inéditos e desconhecidos para grande parte da população. O traçado em forma de grade e o fechamento dos rios e córregos em Belo Horizonte a partir da década de 1920, fez com que eles passassem por meio dos lotes e tornou difícil a presença do seu leito natural, o que causou o problema das enchentes que a cidade enfrenta até hoje (Borsagli, 2019).

A metropolização de Belo Horizonte teve início a década de 50, constituindo-se no processo de formação de uma região urbana, que pode ser considerada como uma única cidade, cujo território está submetido a diversas jurisdições municipais (PLAMBEL, 1986). O plano urbanístico corresponde atualmente a região do hipercentro. Houve a expansão da cidade para os vetores leste, oeste, centro-sul e norte. Esse processo causou o fenômeno de conurbação com outros municípios e o surgimento da RMBH. A Região Metropolitana de Bel Horizonte - RMBH compreende os municípios de Belo Horizonte, Betim, Caeté, Contagem, Ibirité, Lagoa Santa, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano (PLAMBEL, 1986).

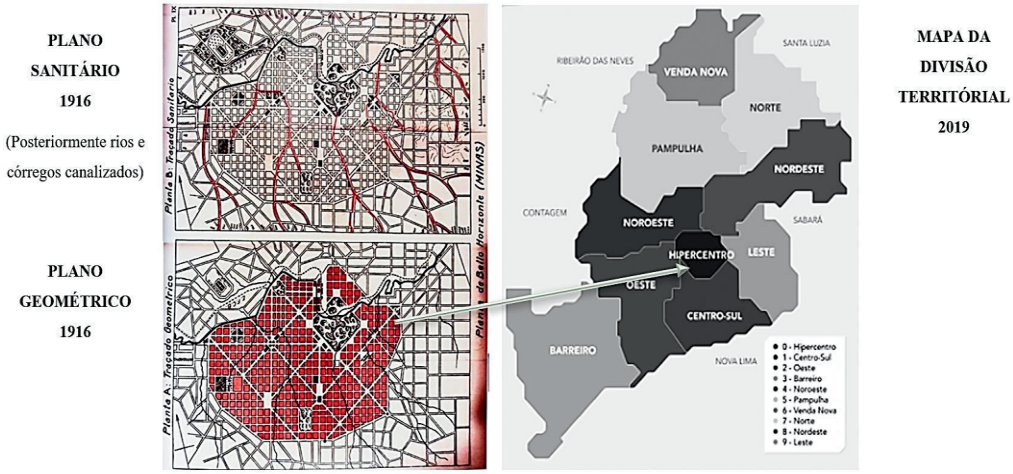


Fig. 4 – Evolução do planejamento de Belo Horizonte (1916 -2019). Fonte: Borsagli, 2016 e Prefeitura de Belo Horizonte, 2019. Editado pelos autores, 2021.

A cidade, planejada ou de crescimento espontâneo, passa por transformações ao longo do tempo. De acordo com Pereira Costa *et al.* (2019), a forma da cidade

contemporânea contém resquícios das formas precedentes, derivadas da transformação sucessiva de modelos que se modificam com o passar do tempo. A forma das cidades é também consequência do cenário político, econômico e social. Segundo Pereira Costa e Gimmler Netto (2015), a forma urbana surge como reflexo das ações políticas, sociais e econômicas ao longo do tempo. Estes aspectos são relevantes na análise do seu reflexo atual, a paisagem urbana contemporânea. A cidade contemporânea pode, então, ser compreendida como uma sobreposição de camadas históricas, como afirma Pereira Costa e Gimmler Netto (2015, p. 19) "a forma urbana é consolidada por meio das camadas históricas sobrepostas".

Uma parcela da população urbana de Belo Horizonte não teve acesso a cidade formal, com todos seus serviços e infraestrutura. Essa população passou então a ocupar áreas de risco. Não é difícil perceber que essa população urbana, sem acesso ao mercado imobiliário formal ou aos programas habitacionais governamentais, responde (ou busca responder) às suas necessidades de moradia com seus próprios recursos técnicos e financeiros. E passa a ocupar e construir, de forma precária, nas periferias urbanas, nas áreas de menor interesse para o mercado imobiliário. Essas comunidades carentes ocupam frequentemente as encostas e alagados, em áreas de proteção ambiental ou de risco e (por tudo isso mesmo) de difícil ocupação e urbanização. Muitas vezes, a infraestrutura só foi conquistada com forte pressão social ou em consequência do clientelismo político-eleitoral (FERRAZ DE SÁ et al., 2009, p. 28).

De acordo com Castriota et al. (2017), as favelas e loteamentos periféricos em Belo Horizonte são marcados pela precariedade das condições socioambientais e pela exclusão. Trata-se da chamada urbanização incompleta, onde sempre falta uma parte, que pode ser omitida ou negada pela perversidade das relações de custo/benefício. A paisagem arquitetônica resultante incorpora diferentes tipologias habitacionais, que variam conforme a renda do morador e os agentes envolvidos na produção do espaço, o que gera insegurança em relação à posse ou permanência na terra.

Neste contexto, o processo de urbanização na região do Izidora (Fig. 5) no bairro Granja Werneck, no vetor norte do município deu origem as ocupações Vitória, Rosa Leão e Esperança. Esse processo foi diferenciado de outras ocupações no território brasileiro por contar com o apoio de universidades e ONGs de Belo Horizonte. Horta *et al.* (2022, p. 159) afirma que a região do Izidora, também conhecida como Granja

Werneck destaca-se no território municipal, tanto por ser uma das últimas áreas livres da cidade, como por abrigar uma das maiores ocupações de baixa renda do Estado.

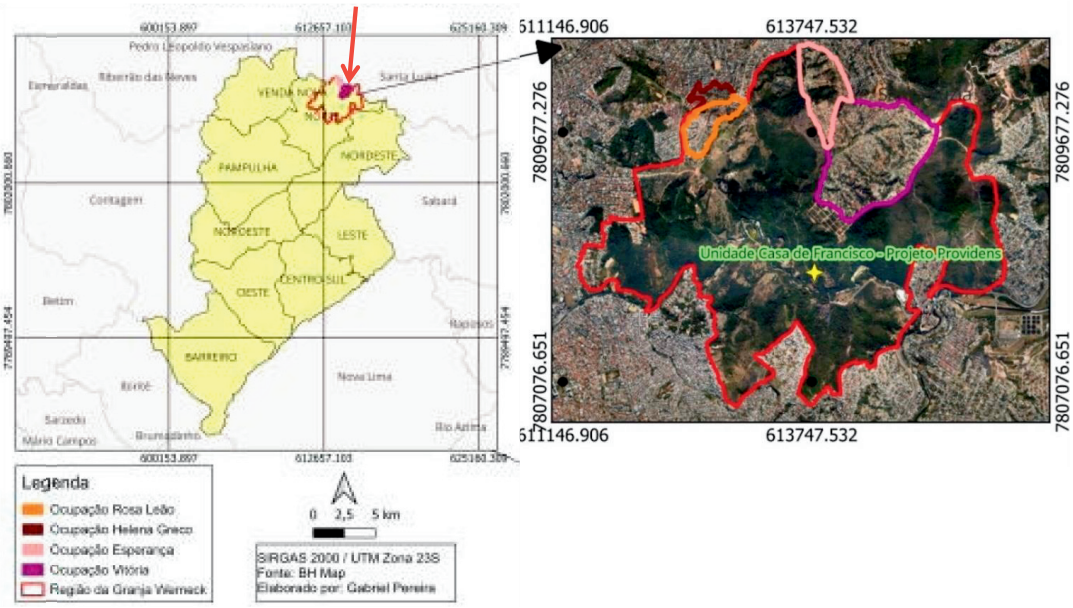


Fig. 5 – Mapa da Região do Izidora em Belo Horizonte. Fonte: Grupo GERA, 2023.

Apesar da precariedade, as ocupações Dandara e Izidora recebem apoio técnico das algumas universidades de Belo Horizonte e ONGs que auxiliam na disposição e construção das casas e no traçado do arruamento com o intuito de melhorar a qualidade de vida desses moradores (Souza *et al*., p.93, 2021).

Na Fig. 6, a sequência de imagens de satélites demonstra como aconteceu a evolução da ocupação do solo na área correspondente a Granja Werneck entre 1985 e 2022. Até o ano de 2013, que foi quando se deu o início da ocupação urbana, a área era predominantemente uma mancha verde, correspondente à um extrato do bioma Mata Atlântica. Desde 2014, é possível observar o rápido crescimento da ocupação e consequente desmatamento, perda da vegetação nativa e aumento do solo exposto.

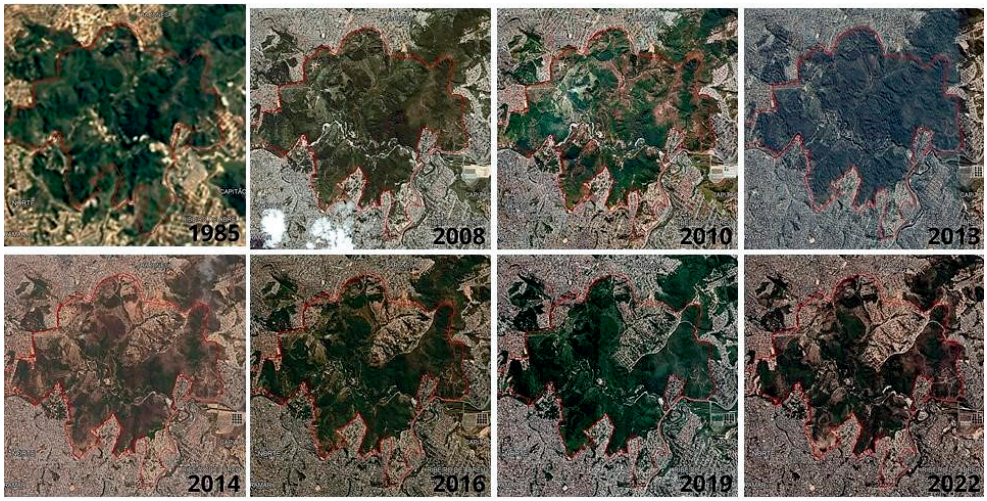


Fig. 6 - Evolução da ocupação do solo na Granja Werneck. Fonte: Google Earth editado pela autora, 2023.

Barcellos de Souza *et al.* (2022) afirmam que na região Izidoro encontra-se a última fronteira verde de Belo Horizonte, a qual é foco de conflitos entre o mercado imobiliário e movimentos sociais, pois, as comunidades lá instituídas, entre elas a Ocupação Vitória. A região abriga famílias assentadas em terrenos abandonados que não cumprem sua função social e o mercado imobiliário vem pressionando o poder público para implantar a "Operação Urbana Izidoro" aprovada no Plano Diretor Municipal, que prevê o adensamento de áreas propícias para a ocupação e conservação e preservação das áreas verdes e cursos d'água.

> O Vetor Norte de Belo Horizonte é uma região que vem despertando interesse do mercado imobiliário em função de diversos investimentos, como a implantação da Cidade Administrativa, a Linha Verde e o Aeroporto de Confins. Para evitar a ocupação desordenada, a Prefeitura elaborou o Plano Urbano Ambiental da Região do Isidoro - grande área verde e permeável de aproximadamente 10 mil quilômetros quadrados na região Norte da cidade, uma das últimas não parceladas na capital. (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2010, não paginado).

O processo de ocupação da região do Izidora ocorreu de maneira diferente da maioria das ocupações no Brasil, onde a ocupação acontece de maneira espontânea e

sem a devida organização. As famílias do Izidora contaram com o apoio da sociedade civil para se organizar e defender seu clamor pelo direito à moradia.

> Se em um primeiro momento aquelas famílias não se encontravam organizadas, seja entre si ou com movimentos políticos e sociais, "logo após a ocupação espontânea as famílias começaram a se organizar. Em julho de 2013 as Brigadas Populares e a Comissão Pastoral da Terra (CPT), visitaram a ocupação e começaram a contribuir na organização popular" (FREITAS, 2015, p. 73).

O apoio da sociedade civil corroborou para a organização da ocupação. No entanto, houve vários conflitos com representantes do poder do Estado, como descreve Freitas (2015):

> No dia 24 de julho de 2014 ocorreu uma reunião de negociação das ocupações entre Governo do Estado de Minas Gerais, Ministério das Cidades, Secretaria Geral da Presidência da República, Defensoria Pública do Estado de Minas Gerais, Ministério Público do Estado de Minas Gerais, Brigadas Populares, Movimento de Luta nos Bairros, Vilas e Favelas (MLB), Comissão Pastoral da Terra (CPT). Havia representantes das seguintes ocupações: Rosa Leão, Vitória, Esperança, Zilah Spósito/Helena Greco, Dandara, Eliana Silva, Nelson Mandela, Camilo Torres, Irmã Dorothy, Tomás Balduíno, Guarani Kaiowá e William Rosa. Para esse dia foi programada uma grande marcha das famílias da região da Izidora até a Cidade Administrativa como forma de pressionar o governo a encontrar uma saída negociada para o conflito. As famílias então bloquearam as pistas da MG-010 às portas do centro administrativo do Estado de Minas Gerais como instrumento de pressão. A Polícia Militar, por ordem do Coronel Ricardo Garcia Machado, comandante do Comando de Policiamento Especializado (CPE) da Polícia Militar, sem estabelecer qualquer processo de negociação, e mesmo diante da afirmação dos movimentos de que liberariam a pista, determinou que a cavalaria pisoteasse os moradores das ocupações. Não bastasse isso, golpearam no rosto com espada um morador da ocupação Eliana Silva que ficou desmaiado

> no asfalto. A cavalaria ainda voltou e passou mais uma vez por cima do morador já desmaiado no asfalto. (FREITAS, 2015, p. 76-77).

A moradia digna é direito social dos cidadãos brasileiros esculpido no art. 6º da Constituição da República de 1988, além disso é direito reconhecido internacionalmente pela ONU como um direito humano fundamental e não pode ser mitigado por estratagemas capitalistas assumidas pelo Estado (OLIVEIRA, 2016). O direito à moradia é um componente importante do princípio da dignidade humana e dos direitos humanos. O interesse secundário não pode justificar as violências institucionais cometidas pelo Estado, como no caso das tentativas de reintegração de posse pretendida contra a ocupação Izidora onde houve sistemáticas violações dos direitos humanos fundamentais dos seus moradores, sobretudo por parte da Administração Pública (OLIVEIRA, 2016). O conflito de interesses que acontece na região do Izidora foi representado por Rodrigues (2016) na Fig. 7:

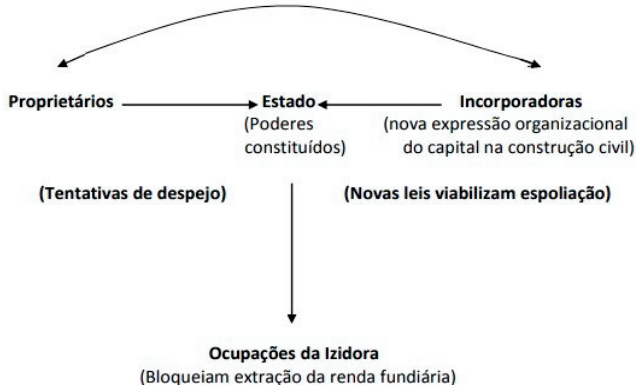


Fig. 7 – A interferência das ocupações da Izidora no processo de reprodução do espaço na região de estudos. Fonte: Rodrigues, 2016.

Dentre as ocupações presentes na região do Izidora, a Ocupação Vitória destaca-se pela extensão e pela riqueza de recursos naturais. A Ocupação Vitória será o objeto de estudo deste trabalho, onde estão presentes os conflitos sociais apresentados e um significativo impacto ambiental decorrente do desmatamento. O trabalho será pautado

pela seguinte premissa: como compatibilizar a ocupação humana com os recursos naturais?

Ocupação Vitória

A bacia do Izidoro onde está a Ocupação Vitória abriga cerca de 280 nascentes e forma 64 córregos, sendo o córrego dos Macacos (2,6 km²) o mais preservado em termos de qualidade da água, vazão e preservação e extensão da mata ciliar (SUDECAP, 2018). No entanto, este local vem sofrendo um intenso processo de assentamento informal por populações de baixa renda, exultando no desmatamento e degradação desta região.

Na Fig. 8, a Ocupação Vitória está localizada no vetor norte do município de Belo Horizonte. A figura traz o mapa viário e a representação das curvas de nível com distanciamento de cinco metros. Ao todo há uma diferença de 179 metros entre a menor cota de altitude 716 metros e a maior cota de altitude 895 metros. É possível perceber a grande declividade da área e o mapa viário. Aas áreas próximas ao córrego dos Macacos foram primeiramente ocupadas com a abertura da Avenida Jacarandá paralela ao córrego. Essa é a área mais plana da ocupação. Em sequência as áreas com maior declividade foram ocupadas até os topos de morro.

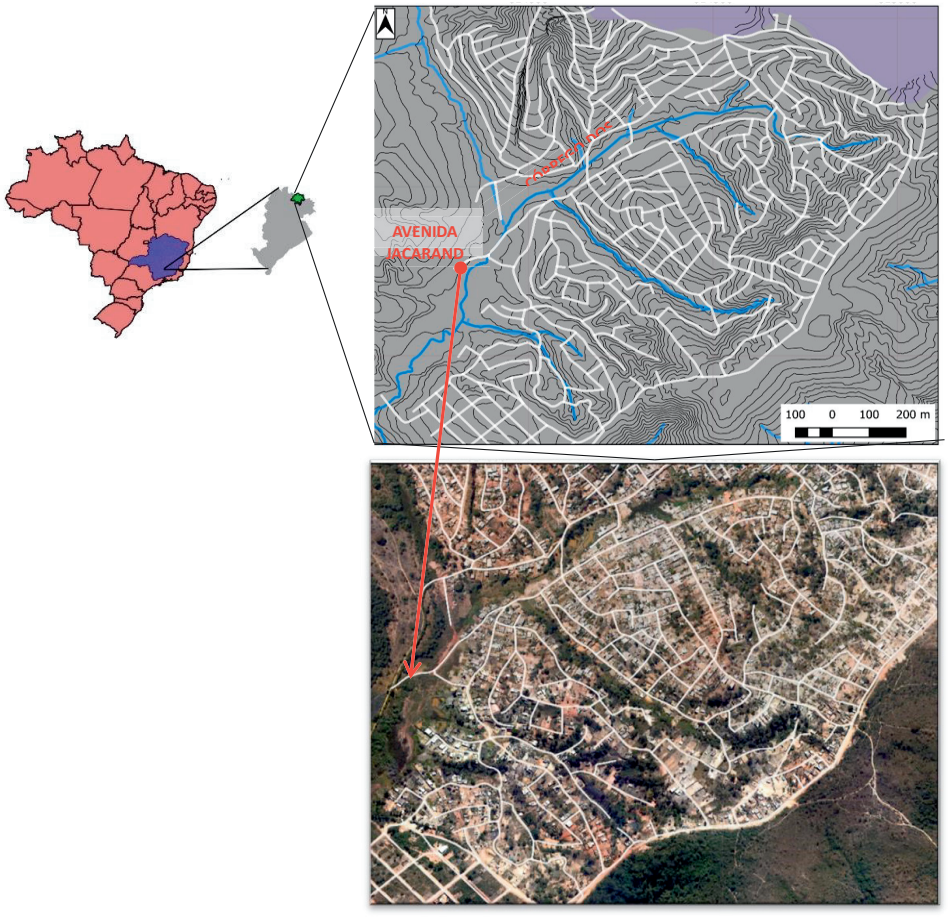


Fig. 8 - Localização da Ocupação Vitória com mapa viário e curvas de nível
Fonte: Grupo GERA, 2023.

Segundo Rodrigues (2016, p. 17), a produção do espaço urbano transcorre como um processo conflituoso, envolvendo forças sociais com interesses antagônicos e inconciliáveis que confere ao espaço um caráter político, pois ele reflete as disputas e relações de poder que conformam o corpo social.

Atualmente a Ocupação Vitória é ocupada por 4.500 famílias (Rodrigues, 2016) que vivem em condições precárias, sem serviços de infraestrutura urbana, tais como a rede elétrica e o saneamento. Desde 2022, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA e a Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG começaram a atuar na área.

É incerto o destino das famílias da Ocupação Vitória. Estudos foram feitos pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL) e Centro de Referência Urbana da Izidora (CREURB). Os estudos estão em fase de consulta popular e podem divergir dos desejos e necessidades dos moradores.

> A Operação Urbana do Isidoro compreende intervenções coordenadas pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e executadas em parceria com empreendedores particulares, tendo por objeto: I - implantação do trecho da Via 540 entre a Av. Cristiano Machado e a MG-020, excluída a interseção da Via 540 com a Av. Cristiano Machado; II - tratamento paisagístico das áreas públicas componentes do projeto da via, contemplando áreas de convivência, praças e áreas verdes e calçadões; III - implantação dos **parques municipais** previstos no plano urbanístico da região. (Art. 115 da Lei nº 8.137/2000).

Uma dificuldade encontrada para a negociação entre a CREURB e os moradores é a denominação de o que deve ser a área. Quando a palavra "parque" é empregada nesse contexto, gera um grande desconforto nos moradores, pois, para muitos, "parque" é equivalente a uma área de proteção permanente (APP) e, portanto, resultaria na remoção de todas as famílias. Quando questionados sobre seus interesses, muitos moradores afirmam que gostam de viver em uma casa com quintal onde é possível cultivar hortas, plantar árvores e criar animais. Outros moradores não veem objeção em serem realocados em um apartamento. Essa dualidade de interesses tem gerado dificuldades na aprovação do plano de ação Pró-Izidora da CREURB. Os critérios adotados para possíveis realojamentos de famílias são amplos e podem ser vagos, tornando grande parte da ocupação já consolidada susceptível a remoção e realocação.

> Entende-se como famílias de grupo prioritário aquelas que, atualmente: (i) vivem em APCs ou APPs da região sul da Ocupação Vitória e que vierem a ter indicação de remoção para recuperação ambiental, (ii) moradoras das ocupações da Izidora atualmente em programa de bolsa moradia, (iii) vivem em áreas de risco identificadas pela Urbel dentro das ocupações da Izidora e que precisarão deixar suas residências; (iv) vivem em áreas de suscetibilidade a movimentos de massa, identificadas pelo Plano de Urbanização

> Sustentável da Izidora, e que vierem a ter indicação de remoção definitiva. (v) vivem em áreas de potencial implantação de equipamentos públicos e unidades para reassentamento definitivo.

O plano de ação Pró-Izidora instrui o cercamento da APP do córrego dos Macacos, em perímetro total de 3.432m, com permanência das edificações e manutenção do acesso. É um passo importante para os moradores terem seu direito de moradia reconhecido pelas autoridades. Em depoimento para Galera e Garcia (2020), Dona Maria, moradora da Ocupação Vitória, afirma que seu sonho é uma vida digna. Ela entende que é a partir da luta e da construção coletiva de cada pedaço da ocupação que se legitima o poder popular.

> A gente sonha uma evolução. Os meios para nos locomovermos. Que eles possam urbanizar. Saber que moramos numa ocupação, mas com dignidade. Levantar as nossas cabeças e andar lá fora com dignidade. “Moro lá no bairro Vitória, onde nós lutamos e fizemos aquele bairro” (...) A pessoa comprou um lote em um bairro, mas ele já estava pronto, ele foi urbanizado. Aqui não. Aqui foi feito por uma organização popular, que o povo se organizou e fez o bairro. É cada morador que fez o bairro. Eu fiz a minha parte, o vovô a dele, o nosso outro vizinho fez a dele e foi assim. Não tenho vergonha de falar que já morei em barraco de lona, que passei dificuldade morando em barraco de lona. Buscamos ter dignidade, nossa própria casa, pois não tínhamos condições financeiras de comprar (DONA MARIA, Ocupação Vitória, informação verbal, 2019)

Diante de tantos conflitos de interesses e divergências sobre qual será o futuro da Ocupação Vitória e de seus moradores surge o seguinte questionamento: qual o potencial de uso e ocupação da área? Como fortalecer as potencialidades naturais da área e manter a luta social pelo direito de habitar viva?

Projeto Izidora: recuperação ambiental para a criação de uma floresta urbana de uso social

Em 2021 teve o início o projeto Izidora, fruto de uma parceria entre a empresa RMPC – Meio Ambiente Sustentável e o Grupo de Estudos em Recuperação Ambiental (GERA) da Universidade Federal de Minas Gerais. Esse projeto foi financiado pelo fundo socioambiental da Caixa Econômica Federal e contou com uma equipe multidisciplinar para seu planejamento e execução.

O objetivo do projeto é a recuperação do solo e das florestas ripárias aliado à reconstrução das matas ciliares e à criação/regeneração de florestas urbanas de múltiplos usos, assim como a recuperação da água de córregos e de nascentes de quatro tributários da microbacia do Córrego Macacos. Para alcançar os objetivos do projeto foi feito um diagnóstico do impacto ambiental na Ocupação Vitória. O projeto foi dividido em quatro grandes áreas de estudo (Fig. 9) denominadas N1 (N1A, N1B e N1C), N2, N3 e N4.

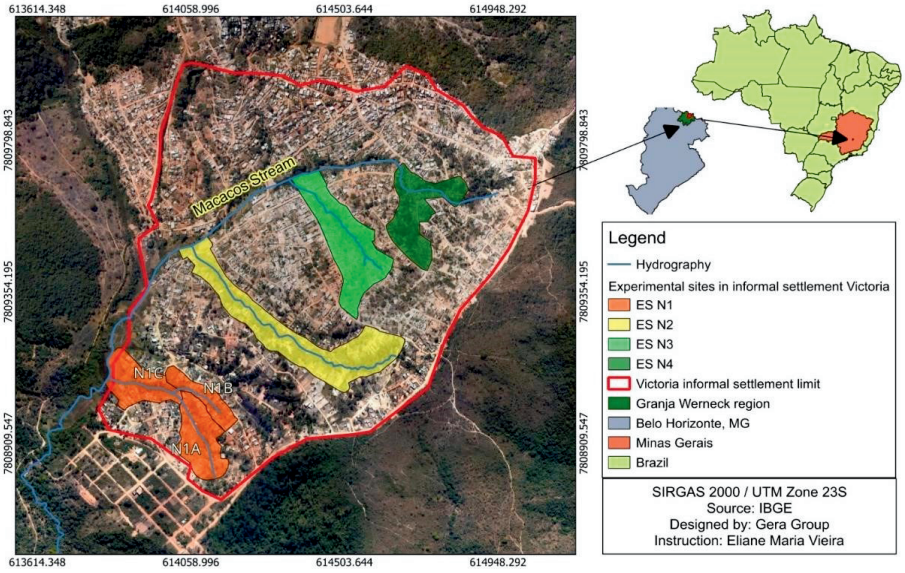


Fig. 9 – Área de Estudo Fonte: Grupo GERA, 2023.

Em 2021, praticamente toda a área apresentava solo exposto em meio aos agrupamentos urbanos com NDVI médio de 0,4 e 0,7. Conforme aconteceu o

desmatamento da área, diminuição da vegetação arbórea e aumento do solo exposto, a vazão da água aumentou a água deixa de penetrar no solo e escoa, levando consigo sedimentos e causando erosões no solo. A nascente 4 é a mais adensada (0,119), seguida pela nascente 3 (0,085), a nascente 2 (0,052) e a nascente 1(0,0139). A nascente 2 é a que apresenta maior extensão e baixo adensamento enquanto a nascente 4 foi menor em extensão, mas apresenta adensamento significativo. Porém, o volume de sedimentos não está correlacionado com o adensamento já que maior volume de sedimentos foi encontrado na nascente N2 e que apresenta um dos mais baixos níveis de adensamento populacional. A densidade urbana não foi a grande responsável pelo processo de erosão e sim o desmatamento e a permanência das ruas com o solo expostos. A vazão e movimentação de sedimentos não está relacionada com a densidade urbana. O impacto ambiental de assoreamento do córrego de Macacos não parece estar correlacionado ao adensamento urbano, mas sim com o desmatamento e com a exposição e desproteção das vias e ruas.

A água das nascentes está retida no lençol freático no entorno das casas, aflorando em locais indevidos, causando patologias construtivas e favorecendo a erosão do solo. As áreas de estudo são possíveis observar que o fluxo está dissipado, o que significa que a água das chuvas não é absorvida pelo solo e não penetra no solo. Isto se deve à impermeabilização do solo, causada pela compactação das ruas desprotegidas após desmatamento. A estatística mostra que a N4 é a área com mais água no solo, seguida pela N2. Essas são as áreas mais saturadas de água, cujas médias são significativamente diferentes e com o valor menor de Kpa que as demais nascentes. De acordo com os resultados, os pontos mais saturados foram onde foram construídos o maior número de drenos. Os afloramentos de água que totalizaram 56 pontos sendo: 11 pontos na nascente 1, 25 na nascente 2, 7 na nascente 3 e 13 pontos na nascente 4.

A partir do diagnóstico de impacto ambiental, foi possível compreender que Ocupação Vitória não deve ser considerada como uma área de preservação permanente, mas uma área protegida com uso sustentável. Para tanto, as soluções baseadas na natureza (SbN) foram utilizadas para a recuperação de 4 drenos (Fig. 10) com elementos naturais como a abertura de drenos para conduzir a água das nascentes para o córrego dos Macacos, enrocamento de pedras, espécies herbáceas para a estabilização das

margens dos drenos e espécies arbóreas para a construção da floresta ripária. Para tanto foi feita uma proposta de recuperação visando:

1- **Aumentar drenagem** para escoamento das águas dos 56 diferentes pontos de afloramento de nascentes e das águas pluviais em direção ao córrego Macacos. : 56 drenos laterais e 2295 m de drenos
2- **Redução da saturação de água** do lençol freático e da **umidade das casas** e ruas através das drenagens.
3- **Aumento da vazão** através das drenagens
4- **Redução da movimentação** de sedimentos usando barrareinhas (70) e 2 barragens de contenção e também através do plantio de 6.000 mudas
5- **Implantação** de floresta ripária urbana de uso social.
6- **Proposta** de utilização social dos espaços livres.

Na Fig. 11, estão apresentadas as ações de recuperação implantadas, onde se registra o impacto de antes e seis meses após as intervenções, permitindo mostrar o êxito das ações. A população foi envolvida no projeto com ações conjuntas e participação no plantio das árvores.

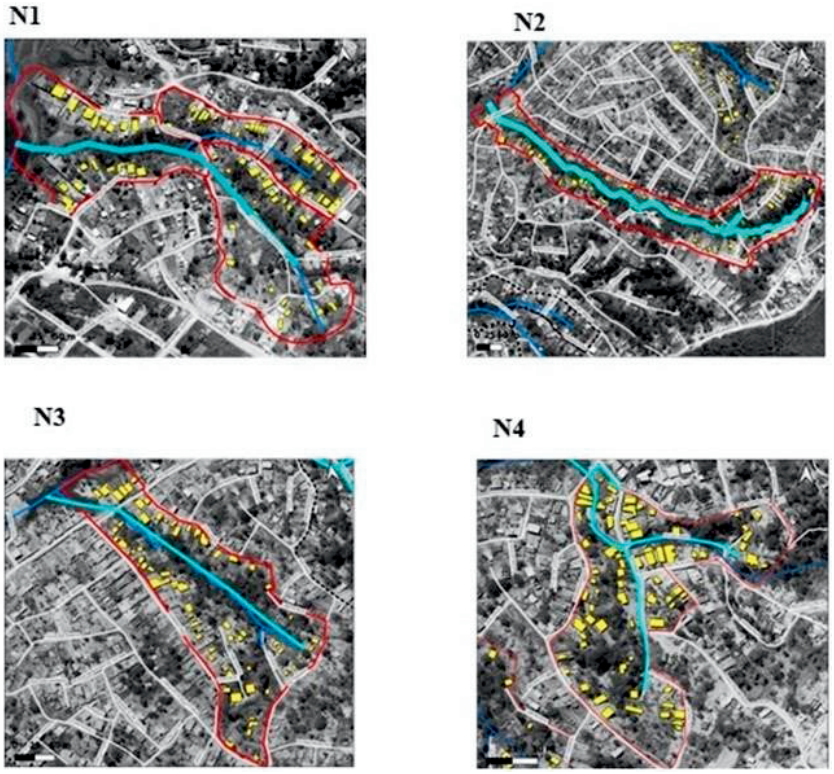


Fig. 10 - Localização das áreas de drenagens recuperadas: N1: 600m, N2 : 800 m, N3: 550 m , N4: 450 m.

Fig. 11 - Ações de recuperação antes e após seis meses da intervenção nos córregos N1 e N2.

Fig. 11 – Continuação (N-3 e N-4)

O que essa área pode se tornar seguindo a tendencia/vocação natural?

A Ocupação Vitória é um fato consumado e todo o processo de ocupação deu-se através de um problema social de falta de moradia para uma significativa parcela da população. Contudo, esta é uma área rica em recursos naturais que devem ser preservados para o reestabelecimento do ciclo hídrico e para a execução dos serviços ecossistêmicos.

O adensamento urbano da área não é recomendado. O Projeto Izidora fomentou a recuperação do impacto ambiental e gerou novas possibilidades de uso do solo. As famílias estabelecidas na Ocupação Vitória podem tornar-se agentes de manutenção da recuperação ambiental. Propõe-se então, o uso social da mata ciliar, uma floresta urbana na qual a comunidade possa manter e utilizar os espaços livres para socialização e cultivo de plantas e animais. Essa proposta utiliza um híbrido entre o ambiente urbano e rural. As famílias podem receber um lote, onde há o direito de uso do local, e cultivar seus animais e plantas como pequenos sítios. Apesar do caráter rural da proposta, a infraestrutura urbana estará presente. Esse modelo de urbanismo sustentável busca a permanência das famílias compatibilizada com a recuperação ambiental. Além dos pequenos sítios, as áreas verdes serão para o uso comum da comunidade e podem ser divididas em: espaços livres, floresta ripária hortas e áreas de plantio pastagens.

A partir desse modelo a comunidade pode tirar seu sustento da terra, gerando alimento para consumo próprio e para comércio local, garantindo uma melhora na qualidade de vida, desenvolvimento social e proteção dos recursos ambientais.

Considerações Finais

O modelo de planejamento utilizado desde o século XIX, quando Belo Horizonte foi fundada, gerou consequências negativas para o meio ambiente e recursos naturais que são sentidas pela população até os dias atuais, tais como inundações, ilhas de calor, e vários outros problemas decorrentes do desmatamento e canalização dos cursos d'água. Repetir esse modelo no século XXI é cometer os mesmos erros do passado. É preciso elaborar estratégias de planejamento urbano onde os recursos naturais estejam

integrados ao projeto. O planejamento deve também englobar a esfera social da desigualdade de acesso à moradia no Brasil. Para isso a proposta de uma floresta urbana de uso social na Ocupação Vitória visa estabelecer a permanência da comunidade na área e a manutenção da recuperação ambiental iniciada pelo projeto Izidora.

Agradecimentos

Agradecemos ao Fundo Socioambiental - FSA da Caixa Econômica Federal -CEF. Acordo de Cooperação Financeira 209/2021, pelo apoio financeiro ao projeto, à Eco Engenharia, na pessoa do Eng.v, Carlos Condé pela participação valorosa na execução dos trabalhos de abertura e estabelecimento dos drenos; à equipe de funcionários que decisivamente apoiaram as atividades de campo, especialmente, Driene Santos, Robson, Vicente, Robertino e Felipe.

Agradecemos à Casa de Francisco vinculada à Arquidiocese de Belo Horizonte e à Providens-Ação Social Arquidiocesana, nas pessoas da Profa. Fernanda Flaviana de Souza Martins e do Sr. Robson Cardoso e toda a sua equipe.

Agradecemos ao Museu de História Natural da UFMG pelo apoio logístico e à Prefeitura de BH e CREURB, pelo apoio logístico.

Bibliografia

Amaral, R. 2015. A prestação de serviços ecossistêmicos e a dinâmica de estoque de dióxido de carbono no Sistema de Espaços Livres do Município de Belo Horizonte: estudo de caso na Regional Centro-Sul. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Borsagli, A. 2019. Da metrópole mineira, Rios Invisíveis. 2019. A. Do convívio a ruptura: a cartografia na análise histórico-fluvial de Belo Horizonte (1894-1977). Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Fernandes, P. C. A. 2019. Belo Horizonte: a spatial narrative in three episodes**.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Freitas, L. F. 2015. Do Profavela à Izidora: a luta pelo direito à cidade em Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Direito) - Programa de Pós-graduação em Direito da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, novembro de 2015.

Galera, I. & R.G. Gonçalves. 2020. Izidora em 3 atos: O conflito fundiário, a luta popular, o imaginário simbólico da terra prometida. Indisciplinar, v. 6, n. 2, p. 186-211.

Oliveira, M. P. S. 2016. O interesse social secundário e a propriedade do estado defronte ao direito à moradia digna de seus cidadãos: estudo de caso sobre a ocupação urbana Izidora. Grupos de trabalho 1. Processos de ocupação territorial. PUC Minas.

Pereira Costa, S.A., M. M. G. Netto & M.M. Gimmler Netto. 2015. Fundamentos de Morfologia Urbana. Belo Horizonte: C/Arte. Acesso em 06/11/2023.

PLAMBEL–SUPERINTENDÊNCIA, DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO. METROPOLITANA. 1986. Estrutura Urbana da RMBH: O Processo de Formação do Espaço Urbano. Belo Horizonte, PLAMBEL, v. 1.

Rodrigues, G. A. B. L. 2016. O caso Izidora: as ocupações urbanas e a reprodução do espaço em Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Cap. 6

"Dinâmica Hidrossedimentológica em Espaço Urbano: Recuperação de Nascentes e Drenagens na Ocupação Vitória, Belo Horizonte – MG"

Autores:

Gabriel Pereira dos Santos[1], Maria Julia de Castro Morais[1], Maria Thereza Fonseca[2], Hugo Luiz Martins de Paula[3], Luis Alberto Sáenz Isla[4], Eliane Maria Vieira[5], Marcelo Antônio Nero[6], Maria Rita Scotti[7]

1- Depto de Geografia /UFMG: Formação: Curso de Geografia.
2- Arquiteta. Mestrado do Programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG,
3- Curso de Ciências Socioambientais
4- Engenharia de pesca, Mestrado em Aquicultura e Doutorado em Ecologia. Pós-doutorado, Programa de pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da UFMG, CAPES-PRINT
5- Professora do Programa de Pós-graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos /ICPA-UNIFEI. Formação: Engenharia Agrimensura mestrado e doutorado em Engenharia Civil.
6- Professor Depto Cartografia do IGC/UFMG. Formação: Engenharia cartográfica UNESP, Mestrado e doutorado em Engenharia de Transporte USP, Pós-doutorado University of Jaén, UJAEN, Espanha.
7- Professora Depto de Botânica do ICB/ UFMG. Formação: Ciências Biológicas pela UFMG, Mestrado em Microbiologia do solo (UFMG) , Doutorado em Biologia do solo (UFRJ) e Pós doutorado pela Universidade de Lisboa (Portugal) e Universidade de Salamanca (Espanha).

E-mail para correspondência: lab.ufmg.2010@gmail.com

Resumo

O estudo avaliou a eficácia das drenagens e contenções na redução da movimentação dos sedimentos, considerando a erosão como ameaça constante. A complexidade da erosão hídrica, derivada de múltiplos processos interligados, é desafiadora de avaliar. Variáveis como água, sedimentos, solo, litologia, vegetação e clima estão interligadas, influenciando o comportamento do canal ao longo do tempo. A preservação das matas ripárias é crucial para controlar a erosão, estabilizando o solo e melhorando a qualidade dos cursos d'água. O estudo incluiu análises da taxa de vazão da água e mobilização de sedimentos nas drenagens, bem como dinâmicas de transporte de sedimentos em bacias de contenção. Após a implementação, houve um período de manutenção com inspeções sistemáticas. A metodologia incluiu medições de sedimentação e vazão, elaboração de mapas temáticos e uso de drones para imagens aéreas. Os resultados indicam influência da topografia na movimentação de sedimentos e vazão, destacando a eficácia das barragens na redução dos sedimentos. A área preservada apresentou baixa movimentação de sedimentos, enquanto o córrego Macacos recebeu grande vazão, retendo sedimentos devido à vegetação presente. O trabalho ainda analisou a eficácia do uso de drones na geotecnologia aérea para avaliar mudanças em drenagens

naturais. Houve diferenças visuais pré e pós-drenagem em diversas áreas, como a Nascente 1 e o Córrego Macacos, evidenciando o aumento da deposição de sedimentos antes da intervenção. A abertura de drenos em 2023 reduziu alagamentos em áreas residenciais, evidenciando a importância das barragens e barreiras. A necessidade de pavimentação com piso drenante para conter os sedimentos é ressaltada. O estudo finalmente recomenda a necessidade de uma maior integração de conhecimentos ambientais, geomorfológicos e tecnológicos, incluindo a aplicação de aerofotogrametria por drones. Conclui-se que, embora as intervenções tenham sido eficazes em parte, medidas adicionais são necessárias para resolver completamente os problemas de sedimentação.

Abstract

The study aimed to evaluate the effectiveness of drainage and containment in reducing sediment movement, considering erosion as a constant threat. Assessing the complexities of water erosion is challenging, as it arises from multiple interconnected processes. Variables such as water, sediment, soil, lithology, vegetation and climate are interconnected, influencing the behavior of the channel over time. Preserving ripárian forests is critical for controlling erosion, stabilizing soil, and improving watercourse quality. The study analyzed water flow rates and sediment mobilization in drainages, along with sediment transport dynamics in containment basins. After implementation, a period of systematic inspections ensured proper maintenance. The methodology incorporated sedimentation and flow measurements, thematic mapping, and aerial imagery captured by drones. Results reveal the influence of topography on sediment movement and flow, highlighting the effectiveness of dams in sediment reduction**.** Preserved areas exhibited minimal sediment movement, while the Macacos stream received significant flow, with existing vegetation effectively retaining sediment. This study further assessed the effectiveness of drone-based aerial geotechnology in evaluating changes to natural drainages. Pre- and post-drainage visual comparisons in areas like Nascente 1 and Córrego Macacos highlighted increased sediment deposition prior to intervention. Notably, drainage implementation in 2023 reduced flooding in residential areas, underscoring the importance of dams and barriers. However, the need for permeable pavements to further contain sediment is emphasized. The study concludes by recommending greater integration of environmental, geomorphological, and technological knowledge, including the application of drone photogrammetry. While interventions exhibited partial effectiveness, additional measures are crucial for comprehensive resolution of sedimentation issues.

Palavras-chave: erosão, transporte de sedimentos, variações de fluxo, uso de drones em geotecnologias, recuperação de ambientes degradados.

Keywords: erosion, sediment transport, flow variations, use of drones in geotechnology, recovery of degraded environments.

I- Introdução

A cidade de Belo Horizonte foi fundada em 1891 para ser a capital de Minas Gerais (19° 48' 57'' S 43° 57' 15'' W), localizada em um vale escolhido não só pela beleza cênica da região montanhosa de Mata Atlântica e Cerrado, mas especialmente pela riqueza hídrica de rios e córregos afluentes da bacia de São Francisco. A região alberga extensa rede hidrográfica, destacando-se as bacias do Ribeirão Arrudas, Bacia do Ribeirão Onça/Izidora e do Rio das Velhas (Fig. 1).

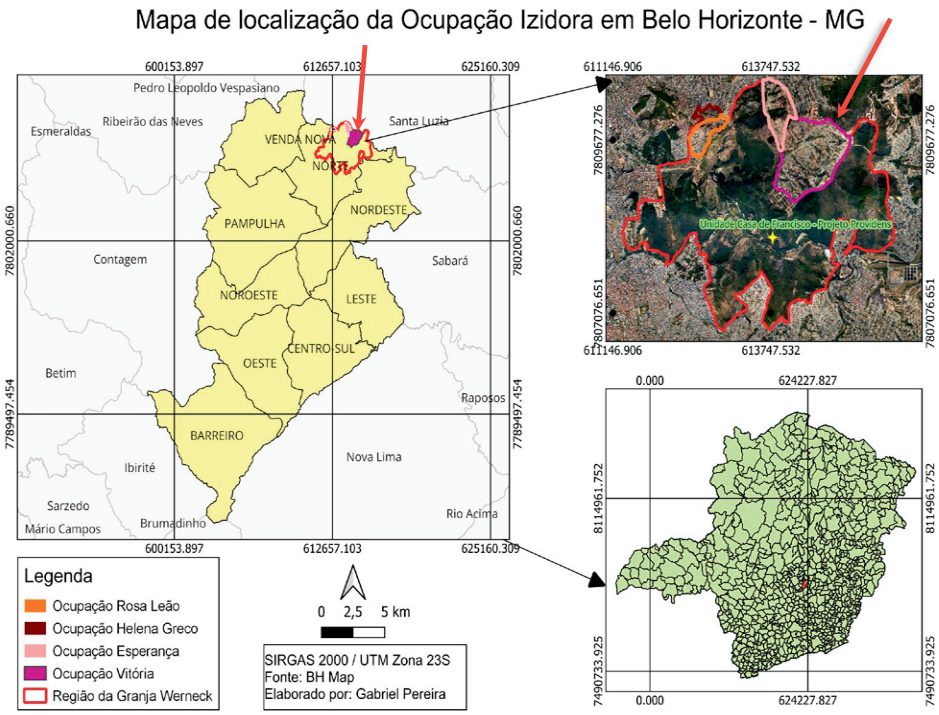


Fig. 1 - Mapa de localização do município de Belo Horizonte no estado de MG; no cartograma à esquerda, as diferentes regiões do município de BH, com a indicação da região da Granja Werneck. No detalhe superior, à direita, as ocupações da bacia do Ribeirão Izidora/Córrego Macacos.

A cidade sofreu um rápido processo de urbanização e atualmente Belo Horizonte é o sexto município mais populoso do país (IBGE, 2020). A cidade contemporânea é o resultado da sobreposição de camadas históricas, sob diferentes condições socioeconômicas e políticas (Pereira Costa e Gimmler Netto, 2015) que incrementaram o êxodo rural ao longo do tempo. Em consequência do inchaço das cidades, a expansão urbana em Belo Horizonte favoreceu o crescimento da cidade informal onde uma parcela da população, sem acesso aos serviços e infraestrutura, passou a ocupar áreas de risco. A bacia do ribeirão Izidora é uma das regiões que sofreu este processo informal de urbanização (Fig. 2).

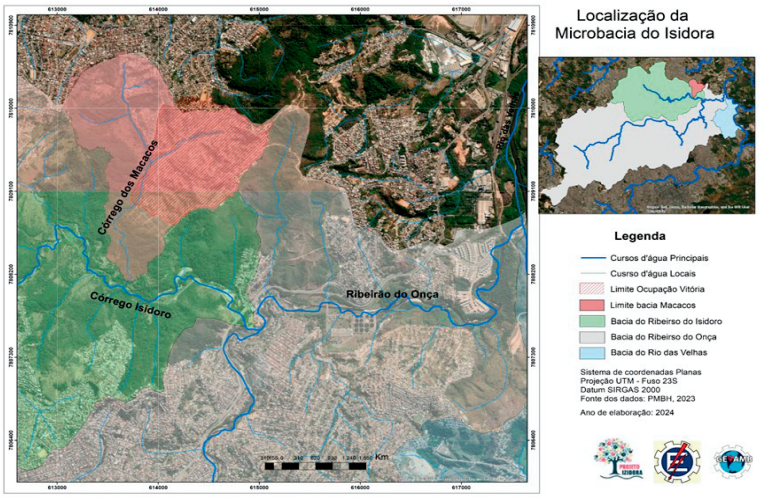


Fig. 2: Localização de Belo Horizonte e suas bacias hidrográficas.

A partir de 2013, uma área preservada de Mata Atlântica na Granja Werneck (341 ha), o maior reduto urbano de floresta atlântica urbana preservada, passou a sofrer processo de ocupação crescente no vetor norte do município (Fig. 1), dando origem às ocupações Vitória, Rosa Leão, Esperança e Helena Greco que juntas formam a maior ocupação de baixa renda do estado (Fig. 2).

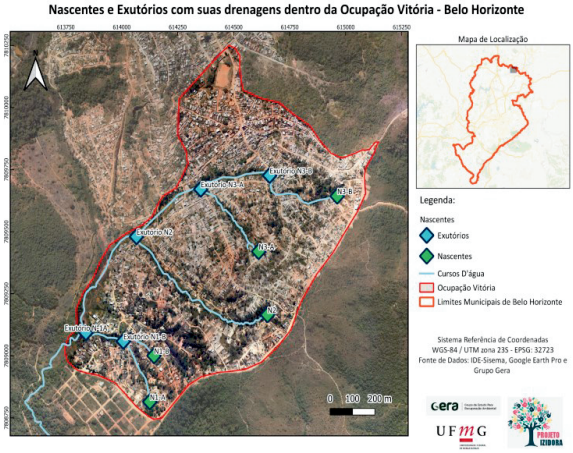
A partir de 2014, ocorreu uma progressiva perda da floresta com a abertura de ruas e construção de casas, deixando ruas e áreas desmatadas com solo exposto (Fonseca et al., 2022) em um vale (Fig. 3A), onde as águas de nascentes e pluviais se dirigem para o Córrego de Macacos (Fig. 3B).

Fonseca (2023), avaliando o impacto do fluxo hídrico, desenvolveu um modelo digital, baseado na elevação do terreno e concluiu que a diferença média de altitude no topo do morro até o exutório no córrego Macacos é de 179m.

Fig. 3 – A: Construções sobre nascentes e ruas com solo exposto. **B:** Nascentes e

A

B



drenagens na Ocupação Vitória com exutório no Córrego de Macacos.

A diferença de altitude mostra que a Ocupação Vitória está encravada em um vale e, portanto, com elevado potencial erosivo não só considerando a inclinação, mas também a presença de grande número de nascentes e córregos em toda a área. Estes resultados explicam o grande assoreamento do córrego Macacos com a presença massiva das espécies invasoras *Brachiaria sp* e *Typha domingensis (taboa).* Fonseca (2023) também desenvolveu um mapa de direção de fluxo hídrico e mostrou que a água das nascentes e da chuva não estavam sendo direcionadas na sua totalidade para o Córrego Macacos, mas estavam tomando direções diversas e sendo retidas em diferentes pontos. Estes resultados explicam a presença de água no interior das residências. Desta forma, visando reconduzir água de nascentes e de chuvas, assim como o sedimento para o Córrego Macacos, foi feita abertura de drenos nas 4 nascentes. (Fig.s 4; 5.1 e 5.2; 6.1 e 6.2; e 7.1 e 7.2.).

Visando a contenção de sedimentos oriundos das ruas sem pavimentação, foram construídas barragens (N2 e N4), assim como barreirinhas em todas as drenagens. A estabilização das margens foi feita com o plantio de espécies herbáceas e arbóreas nativas da Mata Atlântica.

Fig. 4 - Nascente N1: Antes da intervenção: **A**: Nascente na rua correndo em diferentes direções (N1 A). **B:** Nascente aflorando na rua. **C**: Nascente aflorando na rua. **D**: Erosão (N1-A). Após da intervenção**: E:** Dreno recebendo água da nascente. **F**: Manilha antes da rua (N1-A). **G:** Nascente após a rua (N1-C). **H**: Dreno na N1-C. **I** e **J**: Aspecto da rua após intervenção.

Fig. 5.1 - Nascente N2 **A e B:** Antes da intervenção (toda a área e ruas alagadas). **C:** Início da construção dos drenos. **D e E**: Drenagens. **F:** Plantio nas margens. **G, H, I:** Barreirinhas de contenção de sedimentos.

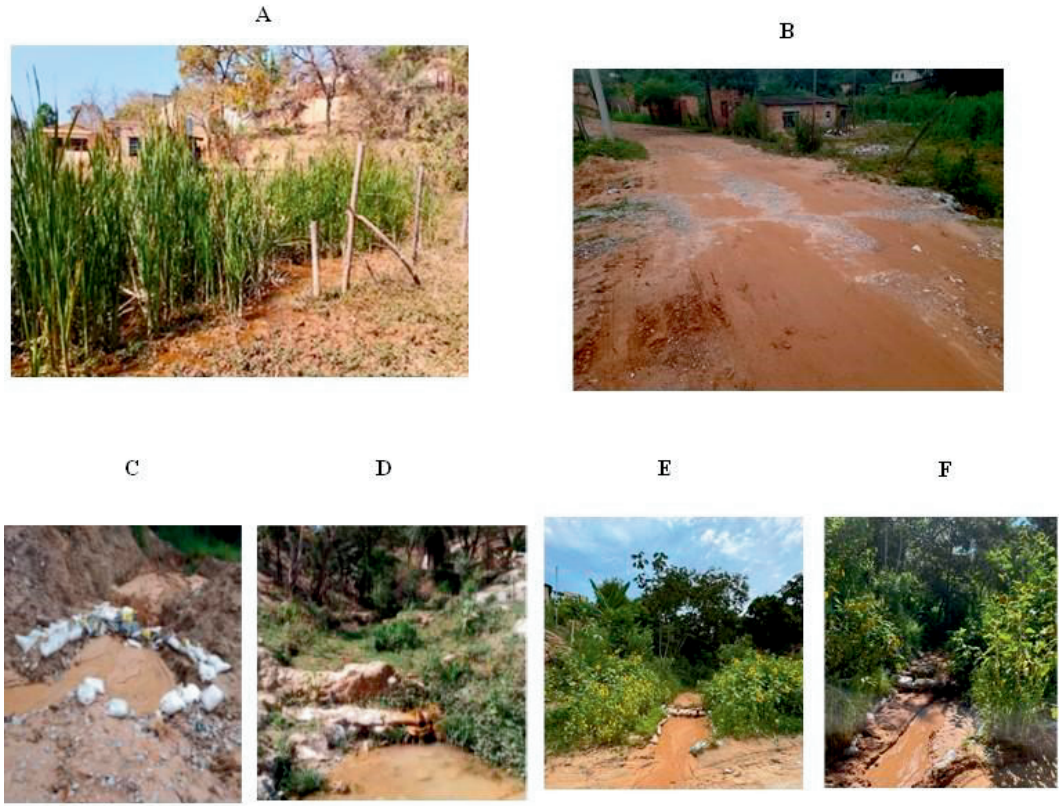


Fig. 5.2 - Nascente N2 Trecho da Av. Jacarandá antes **(A)** e após intervenção. **(B)** Barragem N2. **C:** Construção da barragem em dezembro/janeiro de 2021/2022. **D**: Barragem, em abril de 2023. **E e F:** Barragem, em Janeiro de 2024.

Fig. 6.1 - Nascente N3 A, B e C: Dreno na rua antes da intervenção. **D:** Abertura de dreno (550 m). **E e F:** Dreno em funcionamento com plantio de herbáceas nas margens, **G H e I:** Barreirinhas de Contenção (2022). **J**: Espécies arbóreas plantadas, aos 6 meses e Barreirinhas (outubro de 2023).

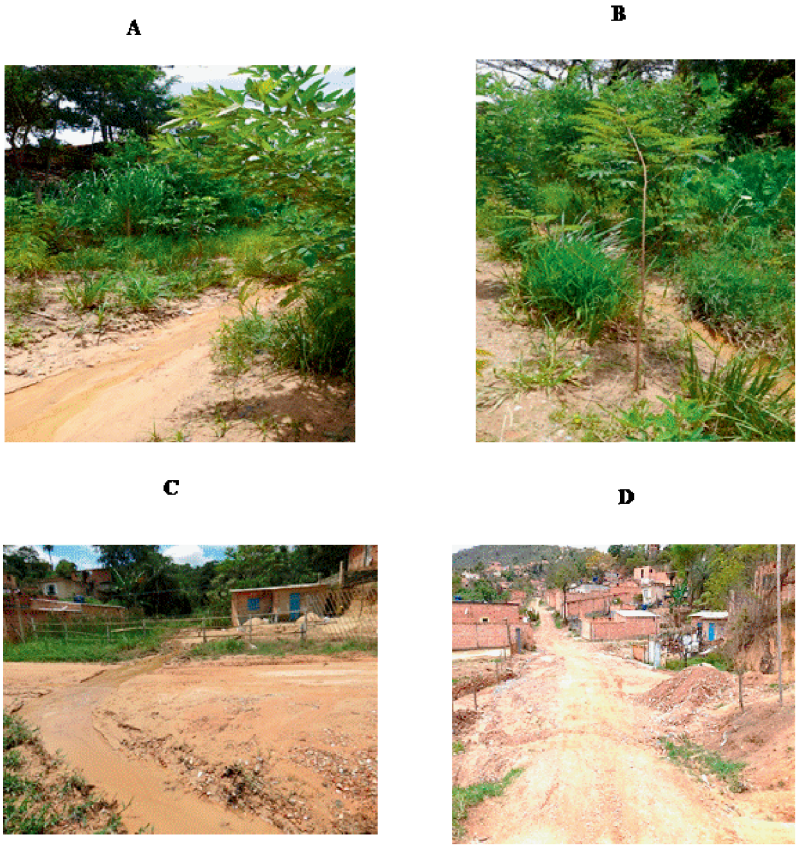


Fig. 6.2 - **A e B:** Vegetação ciliar e dreno em funcionamento, em janeiro de 2024 (10 meses pós-plantio). **C:** Av. Jacarandá, alagada antes da intervenção e **D:** Av. Jacarandá após intervenção.

Fig. 7.1 - Nascente N4 - Rua das Águas e Av. Vitória **A:** Rua das Águas e Av. Vitória, mostrando as áreas inundadas, antes da intervenção. **B e C:** Dreno com estabilização com plantio e barreirinhas. **D e E:** Drenagem com manilha e proteção com enrocamento. **F:** Rua das Águas em janeiro de 2024, **G:** Rua das Águas e Av. Vitória em janeiro de 2024 (comparar com **Fig. 7.1 A**).

Fig. 7.2 - Nascente N4: Rua do Areal**. A:** Areal antes da intervenção. **B e C:** Abertura de drenos com estabilização com enrocamento e plantio, barreirinhas. **D:** Manilha. **E e F:** Estabilização mata miliar. **G e H:** Dreno estabilizado com mata ciliar, em 2024. **I:** Barragem.

A proposta deste trabalho visa a avaliação da eficácia das drenagens para condução da água e das contenções na redução da movimentação dos sedimentos. A erosão representa uma ameaça em constante evolução, de forma a afetar atributos físicos do solo, bem como a qualidade e a saúde dos rios e corpos d'água da região. Contudo, avaliar a erosão hídrica é uma tarefa desafiadora, dada a sua origem a partir de múltiplos processos interligados que ocorrem em interações complexas e evoluem em taxas variáveis no espaço e no tempo. Cada uma das variáveis independentes, a água e os sedimentos, estão, por sua vez, intrinsecamente vinculadas ao solo, à litologia, à vegetação e ao clima que caracterizam a região. Tal afirmação relativa ao ajuste dessas variáveis possibilita a manifestação de flutuações transitórias na limpeza e no preenchimento, bem como tendências de curto prazo, as quais são observadas em um período de anos, no comportamento do canal em resposta às condições de cheias e secas (Wolman, 1967).

A preservação ou reconstituição de matas ripárias estão intimamente associadas à proteção ambiental, visto que, elas atuam diretamente no controle da erosão, estabilizando o solo e promovendo tanto a infiltração como o escoamento superficial. Desta maneira, a mata ripária favorece a diminuição do carreamento de sedimentos e consequentemente, promove uma melhoria nos cursos d'água, em termos qualitativos e quantitativos (Hinkel, 2003).

As características de erosão e deposição de sedimentos nos corpos d'água existentes podem ser por meio de parâmetros objetivos e mensuráveis, como também através da visualização do aporte de sedimentos nas nascentes N1 (Fig. 4), N2 (Fig.s 5.1 e 5.2), N3 (Fig.s 6.1 e 6.2) e N4 (Fig.s 7.1 e 7.2) .

Nesta proposta avaliamos a taxa de vazão da água nas drenagens, assim como a taxa de mobilização de sedimentos dentro desses canais de drenagem. Adicionalmente, foram conduzidas análises referentes à dinâmica de transporte de sedimentos nas bacias de contenção de sedimentos.

Após a conclusão, foi instaurado um período de manutenção de lacunas. Este período foi caracterizado por inspeções sistemáticas realizadas para a supervisão

abrangente do projeto. As visitas *in loco* foram instrumentalizadas com a finalidade de detectar quaisquer discrepâncias nas intervenções realizadas, avaliar o estabelecimento da vegetação ao longo da extensão do projeto e observar os ajustes naturais no leito de drenagem.

Toda essa prática se baseou no Diagrama de Venn (Fig. 8), o qual esquematiza a dinâmica hidrossedimentológica estudada na Ocupação Vitória, onde todos os processos sucedem a partir o contexto histórico da área, sendo este, representado pelo desmatamento e urbanização.

Fig. 8 - Diagrama de Venn. Fonte: Autores

II- Materiais e Métodos

II -1 - Caracterização da Área de Estudo

Situada no limite entre os municípios de Belo Horizonte e Santa Luzia, a Ocupação Vitória se caracteriza por ser um remanescente florestal de Mata Atlântica dentro de uma malha urbana, denotando extrema importância sob o viés ambiental e ecológico. A ocupação faz parte do conjunto de ocupações que compõem a microbacia Isidora da Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais. Explicitando a riqueza hidrológica desta área, o local é composto por 280 nascentes e forma 64 córregos, dentre esses, o Córrego dos Macacos. Este córrego é elevado a uma posição de notoriedade a partir de suas condições hidráulicas, por sua preservação e extensão em mata ciliar (Souza *et al.* 2022).

II-2 - Localização das Nascentes

Dentro dos limites da Ocupação Vitória, foram delimitadas quatro (4) microbacias que correspondem às áreas que serão estudadas no decurso deste trabalho, sendo elas, as nascentes: N1, N2, N3 e N4 (vide Fig. 3 B,). Como área de referência ou área controle (fornece os padrões relativos às condições naturais, ou seja, antes da intervenção antrópica) escolhemos um trecho preservado do Córrego Macacos, situado dentro da região da Granja Werneck, na Unidade Casa de Francisco, a qual compreende a extensão do Córrego dos Macacos até o seu exutório, no Ribeirão Isidoro (Fig. 2)

II-3 - Taxa de Sedimentação

Neste trabalho, os materiais e métodos foram desenvolvidos a partir dos estudos elaborados por Salesa, et al. (2019) que permite calcular a perda ou movimentação de solo em trilhas de montanha. Utilizamos a mesma metodologia para avaliar o aporte de sedimentos das redes de drenagem e barragens construídas na área de estudo. As análises foram feitas após as chuvas, 10 meses após construção dos drenos (N1, N2, N3 e N4) compreendendo pontos à montante, no meio e à jusante dos mesmos e sete meses

após construção das barragens (N2 e N4). Seguindo esse padrão, as medições foram realizadas nas nascentes da Ocupação Vitória, além de ter sido aplicada no córrego Macacos na Área Preservada.

Para a quantificação deste aporte de sedimentos, inicialmente, estabeleceu-se em campo, uma linha paralela à rede de drenagem, com 10 metros de comprimento. Em sequência, posicionou-se barras de ferro em posição horizontal de uma margem a outra a cada 1 metro dessa extensão de 10 m. A cada 20 cm nesta barra horizontal foi inserida uma régua de ferro em posição vertical dentro do dreno ou barragem até atingir o ponto de estabilização. Mediu-se a extensão ocupada pelo sedimento. A área de aporte de sedimentos (em cm²) foi calculada para cada seção transversal, representada pela equação (1):

$$A_a = ((Z_{a1} + Z_{a2})/2) + ((Z_{a2} + Z_{a3})/2) + ((Z_{a3} + Z_{a4})/2)... \quad (1)$$

Nessa equação (1) segundo Salesa, et al (2019), "Aa" refere-se a área de preenchida pelo sedimento (em cm²) em cada ponto ao longo da vara transversal considerando a profundidade dada pela régua. Utilizando a equação (2) para calcular considerando as medidas a cada 1m

$$V_{a-b} = (A_a + A_b)/2 * 100/10^6 \quad (2)$$

Em seguida, efetuou-se o cálculo da média dos valores obtidos em (m³) de cada seção, a partir da divisão desse número pela quantidade de pontos da linha horizontal de cada seção. Por último, a soma de todos os valores referentes a essa média em (m³) representa, assim, o valor do aporte de sedimentos de cada trecho analisado. Vale ressaltar que, esse método se aplica aos drenos e as barragens.

II- 4 - Vazão

Para quantificar a vazão dos cursos d'água presentes na Ocupação Vitória, adotou a mesma metodologia empregada por Palhares *et al.* 2007 (Fig. 9), na qual a medição da vazão é feita pelo método do flutuador. Este método avalia o volume de água que percorre entre dois pontos em um intervalo temporal. Sendo assim, utilizou-se a equação (3) para cálculo da vazão está disposta a seguir:

$$Vazão = (A \times L \times C) / T\ (m^3 / s) \qquad \textbf{(3)}$$

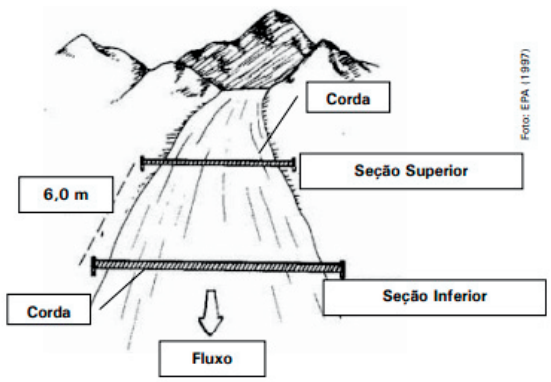


Fig. 9 - Ilustração da metodologia utilizada para coletar a vazão. Fonte: PALHARES *et al*. (2007)

Desta forma, para adequar o método para os objetivos desta pesquisa, as variáveis presentes na equação (3) representam:

- A = média da área do rio (distância entre as margens multiplicada pela profundidade do rio).
- L = comprimento da área de medição (utilizou-se o comprimento de 10,0 m).
- C = coeficiente ou fator de correção (0,8)
- T = tempo (segundos) que o flutuador leva para deslocar-se no comprimento L.

Definida a equação (3), a próxima etapa mais importante para obtenção desses resultados foi a coleta de dados em campo. Para aplicação da metodologia estabelecida, utilizou-se os seguintes materiais: trena, régua, cronômetro e isopor. Uma trena com tamanho igual ou superior ao comprimento da área de medição foi colocada sobre o chão, de forma paralela ao curso d'água. Foram calculados 10 metros, sendo estes, os mesmos avaliados no método utilizado para cálculo da taxa de sedimentação. Para cada um destes intervalos, foram medidas as profundidades e as larguras do curso d'água. Foram consideradas nessas medições que para larguras menores que um (1) metro, utilizou-se apenas uma profundidade, mas para pontos em que a largura fosse maior, tornou-se necessário extrair três (3) profundidades e, posteriormente, calcular a média entre tais profundidades.

Após realizar todas essas etapas, a boia de isopor foi colocada sob a água e o cronômetro foi acionado para medir o tempo em que este material demorou para percorrer do primeiro (ponto 0) ao último ponto (10). Essa metodologia foi aplicada para todas as nascentes (N1, N2, N3 e N4), como também para área de controle (Área Preservada). Para cada uma dessas áreas, foram estabelecidos os pontos em que essa metodologia seria empregada, buscando-se ter, no mínimo, três (3) valores de vazões, para entender o comportamento do curso d'água à montante, no meio e à jusante.

II-5 - Elaboração de Mapas Temáticos

Este trabalho buscou compilar os dados obtidos em trabalhos de campo e disponibilizados pela internet dentro do Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul (SIRGAS 2000). Portanto, as variáveis foram trabalhadas dentro dos *softwares* de geoprocessamento QGIS 3.32.0 e ArcGis, permitindo a elaboração de mapas de localização com pontos em que foram extraídos dados de vazão e sedimentação, mapas de altitude e perfis longitudinais marcando os respectivos pontos de coleta mencionados, a fim de responder os resultados com a forma e inclinação do relevo.

II-6 - Imagens baseadas em geotecnologia de levantamento aéreo com Drones

As imagens referentes aos voos de drones da região foram disponibilizadas pela Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel), correspondendo às ortofotos da região de estudo dos anos de 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023, com resolução espacial melhor (7,5 cm) inclusive, que do Google Earth. A partir destas imagens foram realizadas compilações cartográficas das nascentes onde foram realizadas as intervenções, que podem ser visualizadas, na Fig. 10, onde se notam claramente os efeitos e a evolução temporal, considerando-se a situação antes e depois das intervenções.

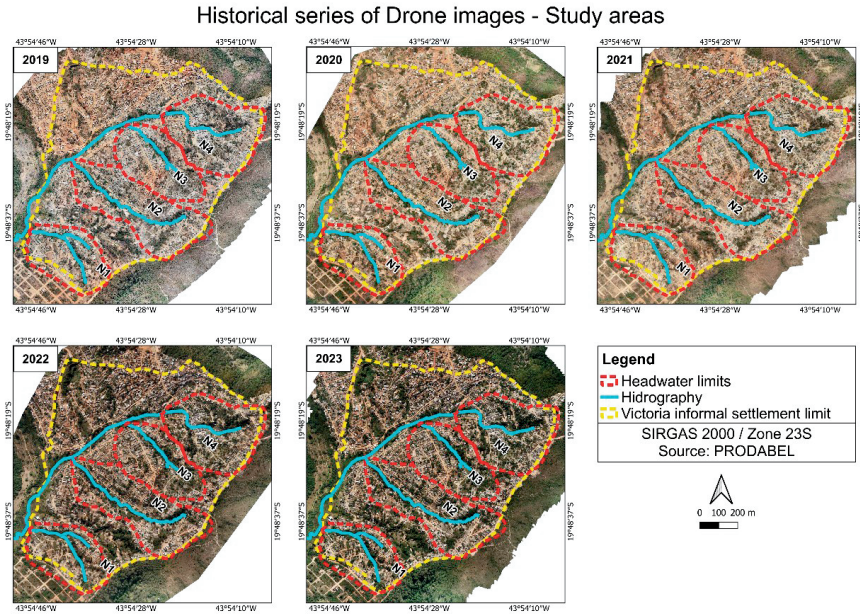


Fig. 10 - Evolução temporal das intervenções nas nascentes.

Vale ressaltar que para a melhor visualização e interpretação dessas nascentes foi empregada a geotecnologia de levantamento aéreo com Drones, o qual utiliza veículos aéreos não tripulados, dotados de multirotores e autônomos (movidos a bateria de lítio), contendo câmera colorida embarcada e com sistema micro estabilizador (para a tomada de fotos corrigidas para movimentos do Drone). Tal tecnologia é melhor descrita e aplicada por diversos autores recentemente, tal como por AFSHAR-MOHAJER et al. (2023) (aplicação na modelagem de poluição do ar), ALEXOVIČ et al. (2023) (utilização de DRONE em ambientes fechados e na área de arquitetura), Fu et al. (2023) (utilização sensor laser embarcado em DRONE multirotor), Zhang et al. (2023) (utilizam DRONES para estudos urbanos com multi-sensores embarcados), Sun et al. (2024) realizaram um estudo sobre estado da arte de utilização de DRONES em monitoramento de uso e Ocupação do solo, entre outros.

III- Resultados obtidos e análise

Com as medições realizadas na Ocupação Vitória, durante o mês de agosto e outubro de 2023, foram obtidos dados da taxa de sedimentação e da vazão para cada extensão dos drenos das nascentes N1, N2, N3 e N4, bem como, para a área preservada. Para além desses dados, também foram realizadas medições da vazão em todas as áreas em que a taxa de sedimentação foi calculada. O fator de declividade foi determinante para uma análise e discussão mais aprofundada dos dados obtidos, para tanto, os pontos da rede de drenagem de cada nascente foram examinados com base em um perfil de declividade elaborado (Fig. 11). Neste caso, recorreu-se a softwares de geoprocessamento com o intuito de elaborar representações cartográficas das altitudes, acompanhadas de perfis longitudinais que demarcam os locais específicos de amostragem de vazão e sedimentos, com a finalidade de correlacionar os resultados obtidos com a topografia do terreno.

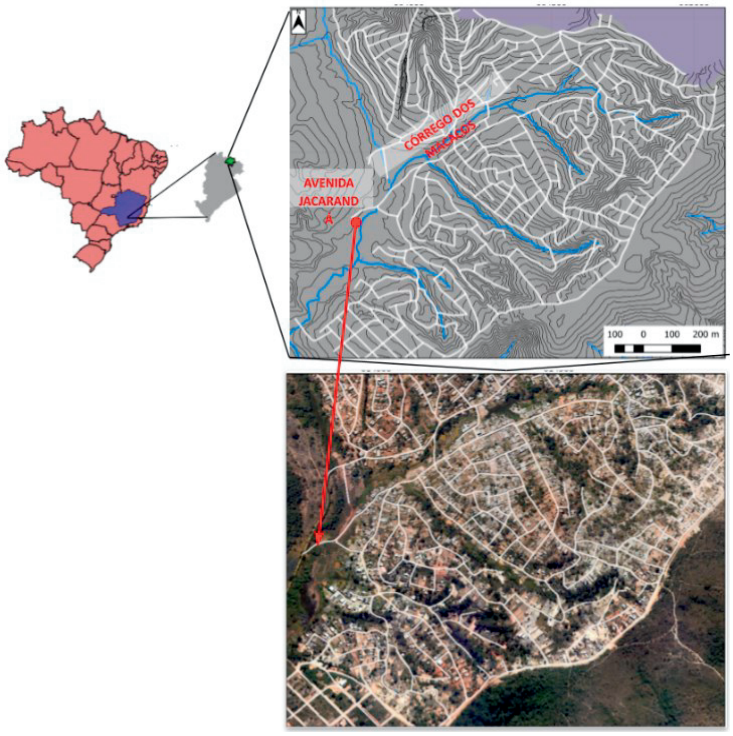


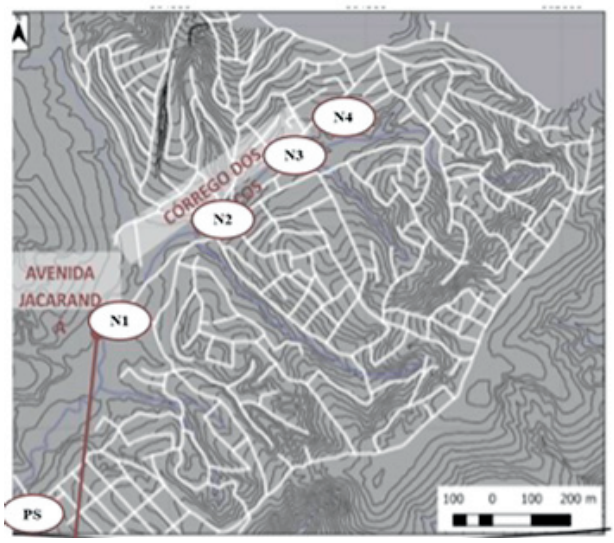
Fig. 11 - Mapa viário e com curvas de nível da Ocupação Vitória.

Na Fig. 12 estão sumarizados alguns dados coletados na área de trabalho. Os dados coletados de sedimentação e vazão são apenas indicadores da dinâmica da movimentação de água e massa nos drenos, pois fatores tais como a variação na altitude e a inclinação alteram os resultados. Exemplos disto são os dados de vazão e de deposição de sedimentos na Nascente N1 (Fig. 12) que foram afetados pela inclinação (Fig. 11).

A nascente N2 recebe o maior aporte de água, mas o menor aporte de sedimento (Fig. 12). A vazão mais elevada pode ser atribuída ao maior número de afloramentos de nascentes registradas neste trecho. O menor volume de sedimentos pode, por sua vez, ser atribuído à presença da barragem e de inúmeras barreirinhas ao longo de seus 800 m de extensão. A eficácia da barragem parece ser comprovada também na N4 onde,

apesar da vazão apresentou o segundo menor nível de sedimentos dentre as 4 drenagens. Estes resultados contrastam com os dados da N3 onde, apesar do nível de vazão bem inferior ao da N2, apresenta uma grande movimentação de sedimentos mesmo tendo recebido o maior número de barreirinhas. Este aporte de sedimentos se deve ao fato desta nascente aflorar na rua Getsêmani, a qual apresenta um elevado grau de inclinação, o que impõe mais erosividade e erodibilidade e não tem barragem de contenção (Fig. 11). O sedimento desta rua é levado para o dreno na época chuvosa, resultando no grande aporte de sedimentos registrado. Em relação à área preservada, os resultados mostram baixa movimentação de sedimentos.

O trecho analisado do córrego Macacos, próximo a casa de Francisco, mesmo sendo mais plano, apresentou uma grande vazão. Estes resultados se explicam porque o Córrego, neste ponto, recebe a água das 4 drenagens. Porém, deveria receber também grande volume de sedimentos, mas estes estão retidos à montante pela vegetação de taboa *Typha domingensis* (Fig. 13), formando uma *wetland*.



Nascente	Área (m^2)	Vazões (dm^3/s)	Sedimentos médios Exutório (m^3)
N1	9.280,5	16,0	6,4
N2	25.524,4	104,9	4,6
N3	8.039,6	34,4	9,9
N4	166.075,2	27,4	6,2
Área Preservada (PS)	2.531.718,8	1.019,8	1,5

Fig. 12 - Pontos de coleta nos exutórios das nascentes e do córrego Macacos, trecho preservado e os respectivos valores de sedimentação e vazão.

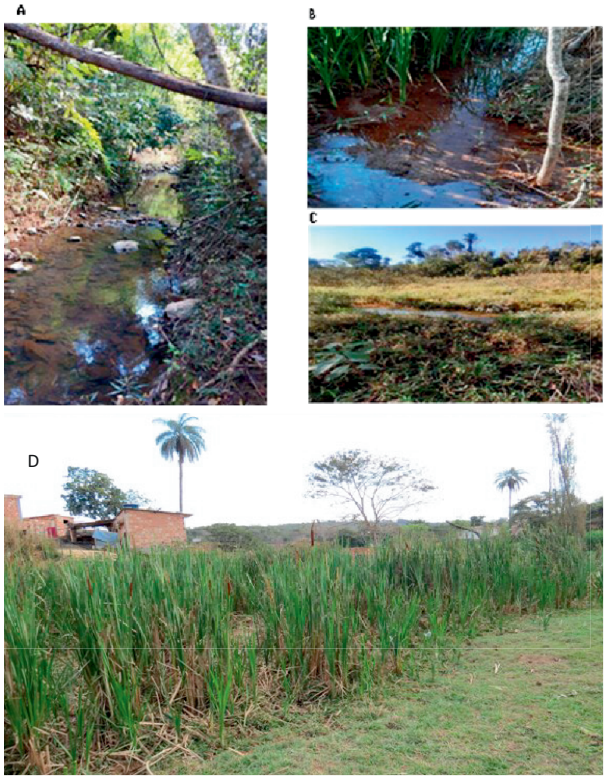


Fig. 13 - A: Córrego Macacos preservado, **B e C:** Córrego macacos à montante com assoreamento e invadido com taboa e braquiária, **D:** Córrego Macacos coberto com Taboa.

Através da geotecnologia de levantamento aéreo com Drones é possível visualizar e interpretar os resultados apresentados com mais exatidão. Na Fig. 14 podemos avaliar a Nascente 1, trecho A, antes e após a drenagem podendo ser observado o sentido da maior vazão e a grande deposição de sedimentos antes da drenagem de 2023.

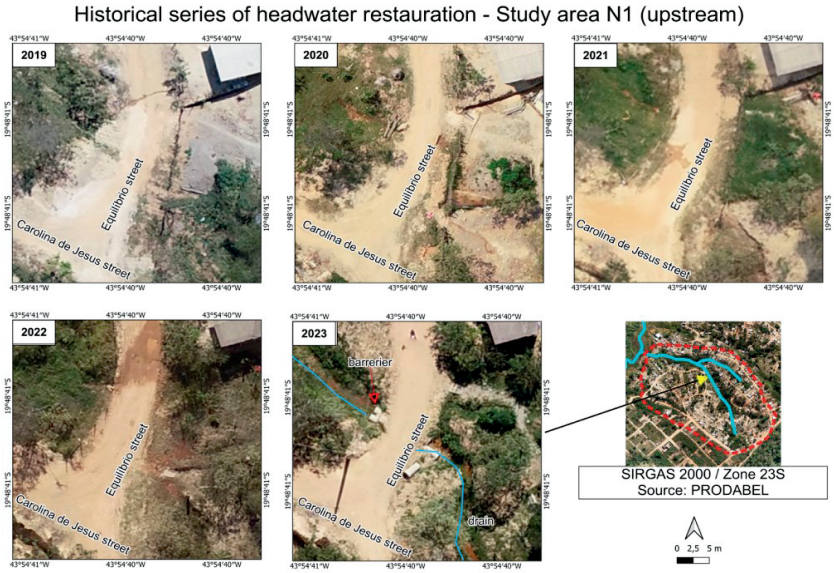


Fig. 14 - Série da evolução temporal das drenagens na N1 - Montante.

O excesso de sedimento e água carreado através do dreno atingiu o córrego Macacos, em 2023 (Fig. 15).

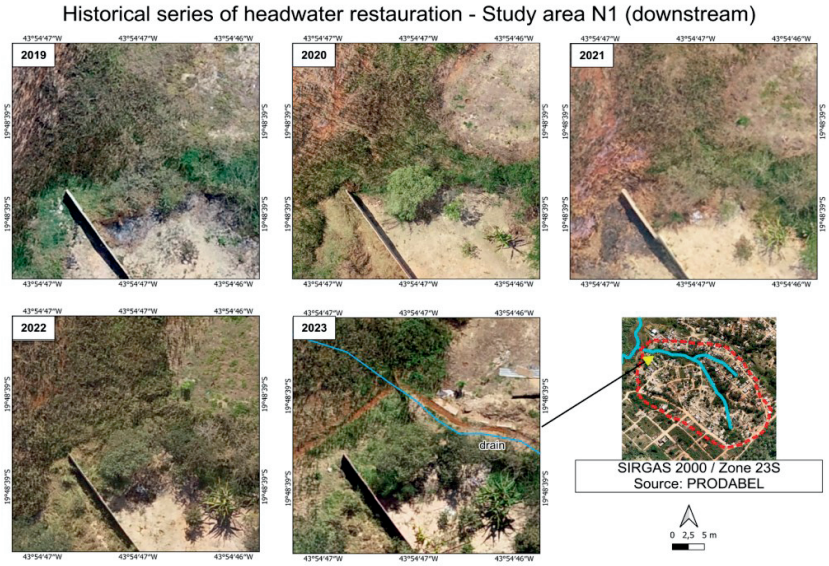


Fig. 15- Série da evolução temporal das drenagens na N1- Jusante.

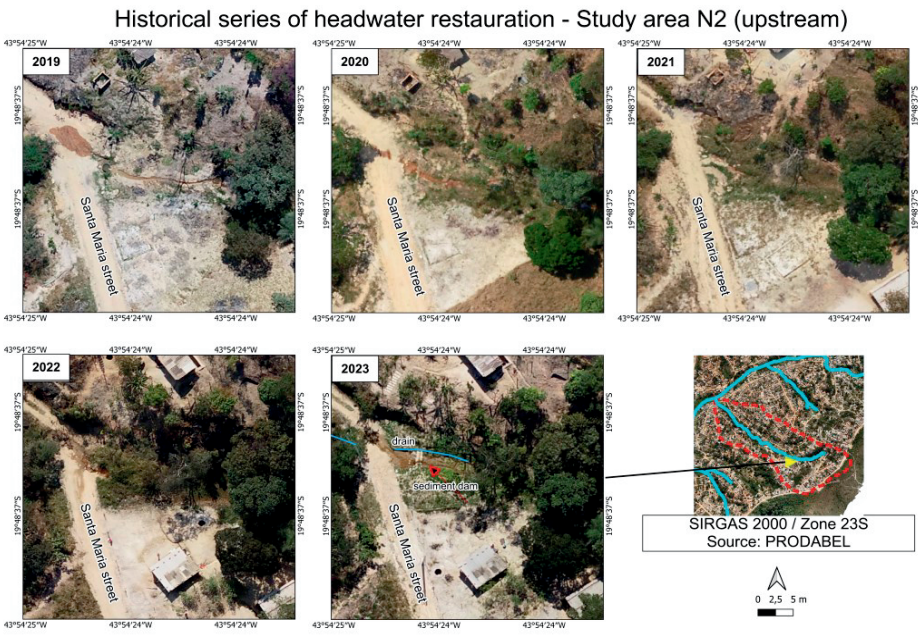


Fig. 16 - Série da evolução temporal das drenagens na N2- Montante.

Na Fig. 16, é possível visualizar a dispersão da água das nascentes na Rua Santa Maria, especialmente em 2019. Em 2023, pode-se visualizar o dreno e a barragem de contenção.

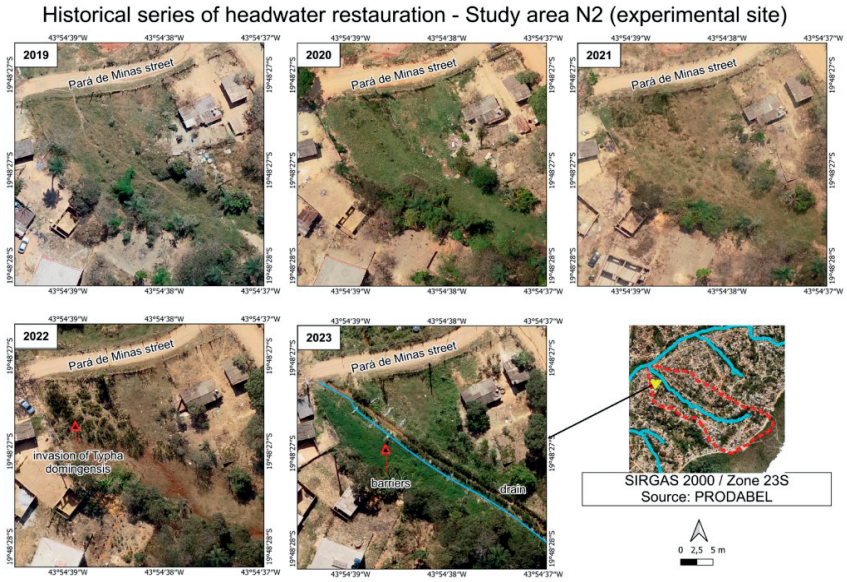


Fig. 17 - Série da evolução temporal das drenagens na N2 - Jusante.

A abertura dos drenos em 2023 reduziu o encharcamento nas áreas residenciais como se observa nas áreas invadidas por *T. domingensis* ou taboa (2022) e a lama na rua Pará de Minas ou Jacarandá. A velocidade de movimentação dos sedimentos foi reduzida pela presença da barragem e das barreirinhas (2023). Pode-se observar a presença de dreno suplementar, próximo à rua.

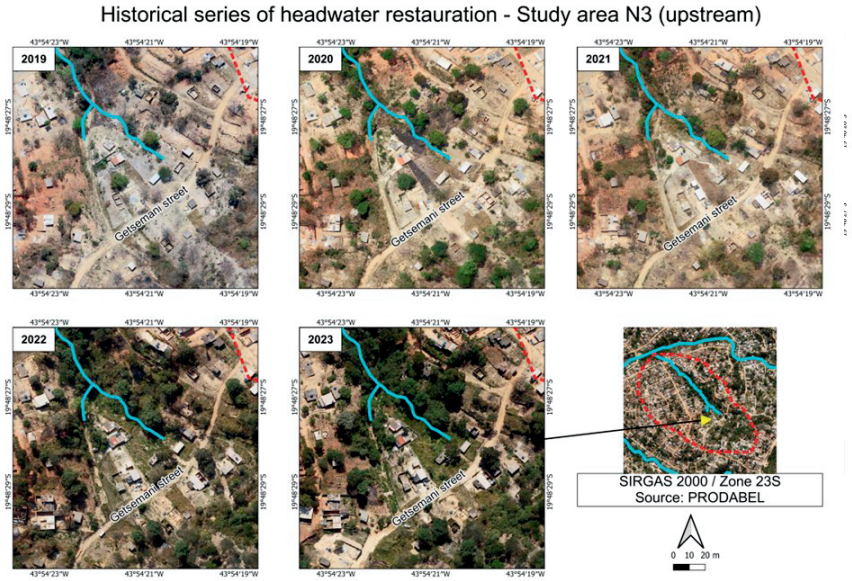


Fig. 18 - Série da evolução temporal das drenagens na N2- Exutório.

A Fig. 18 mostra a drenagem a jusante da rua Pará de Minas (Jacarandá) com intensa dispersão das águas e invasão pela taboa antes de 2023.

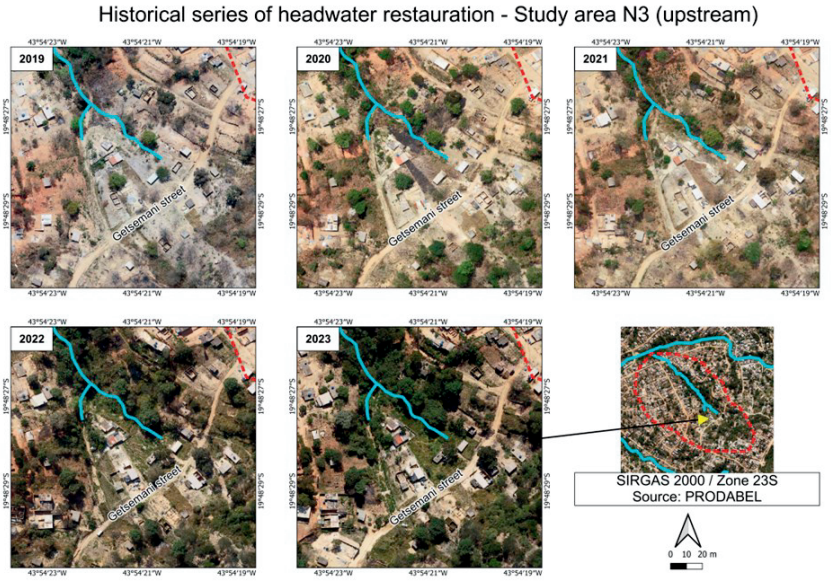


Fig. 19 - Série da evolução temporal das drenagens na N3 - Montante.

A Fig. 19 mostra a causa do enorme volume de sedimentos transportados nos drenos da N3. Existem dois acessos de drenagens a partir desta rua que não tem pavimento.

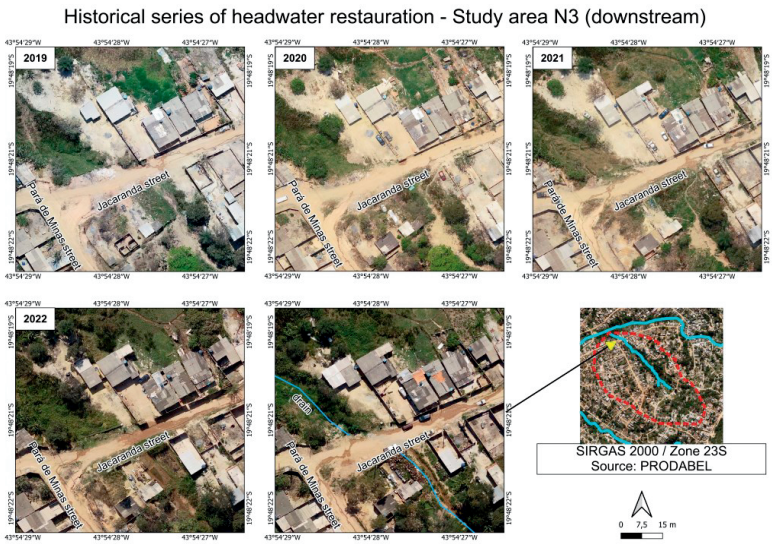


Fig. 20 - Série da evolução temporal das drenagens na N3 - Jusante.

Através da Fig. 20 percebe-se a deposição de sedimentos tanto na área residencial como nas ruas, antes da abertura do dreno. A água passa sobre a rua (2022).

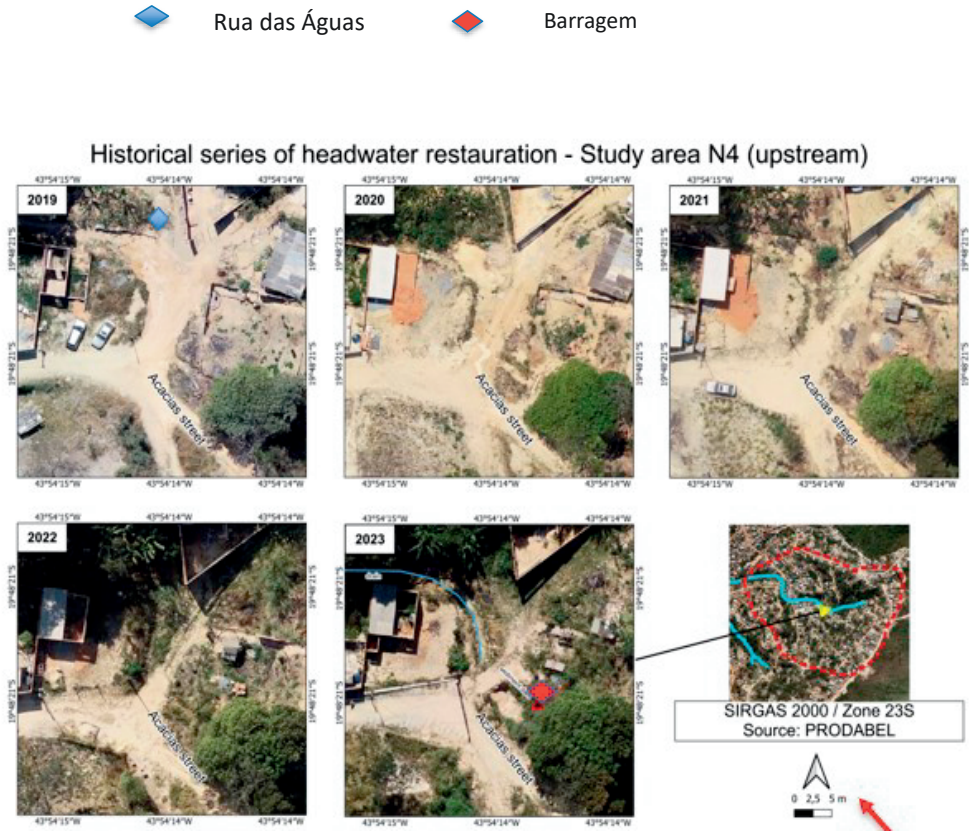


Fig. 21 - Série da evolução temporal das drenagens na N4 - Montante.

A Fig. 21 mostra o aporte de sedimentos lançado na Rua das Águas (2019-2022) e o papel de contenção da barragem (2023).

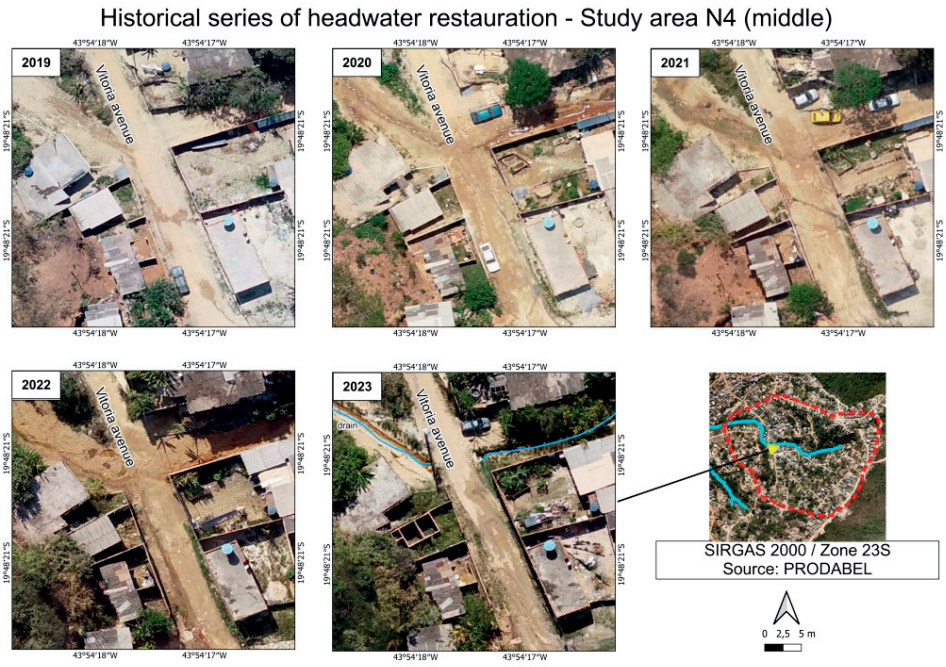


Fig. 22: Série da evolução temporal das drenagens na N4- próximo à Avenida Vitória.

Através da Fig. 22 é possível verificar o grande volume de assoreamento e o encharcamento na avenida Vitória antes da construção do dreno em 2023.

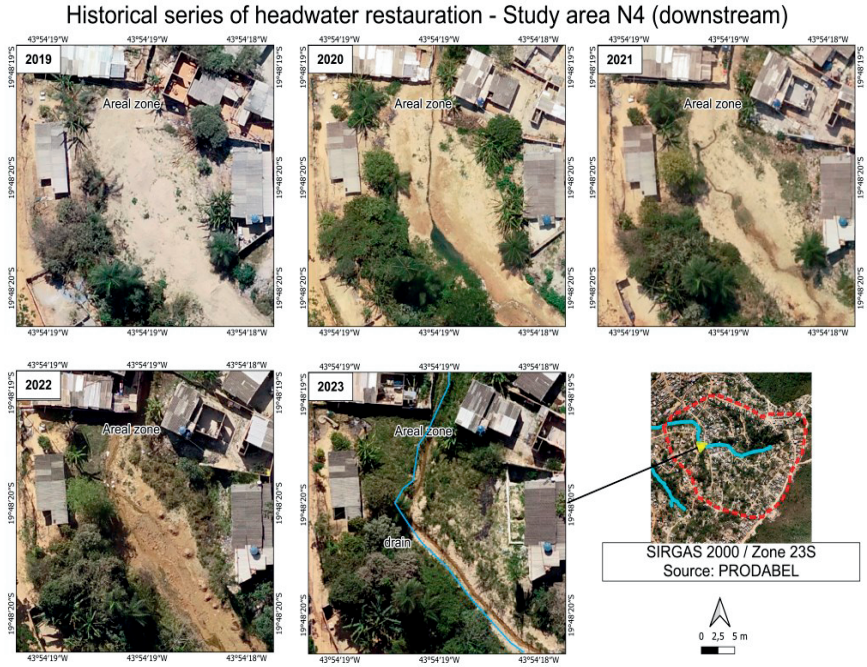


Fig. 23: Série da evolução temporal das drenagens na N4 na rua do Areal - Jusante.

As imagens da Fig. 23 comprovam o aporte de sedimentos e água dispersos antes da drenagem e a importância dos procedimentos de contenção.

Conclusões

Mediante os resultados apresentados, a condução das águas das nascentes para o Córrego Macacos foi exitosa. A movimentação de sedimentos foi tamponada pela construção de barragens e barreirinhas, mas a solução definitiva para contenção dos sedimentos seria a pavimentação das ruas com piso drenante. Vale ressaltar que o presente trabalho representou a integração e interação de diversos, saberes, técnicas e tecnologias, tais como conhecimentos na área ambiental e de geomorfologia, medição

e quantização de sedimentos, avaliação das degradações ambientais, bem como da aplicação de geotecnologias via aerofotogrametria por DRONES.

Agradecimentos

Agradecemos ao Fundo Socioambiental - FSA da Caixa Econômica Federal -CEF através do Acordo de Cooperação Financeira 209/2021 pelo apoio financeiro ao projeto; à Eco Engenharia, na pessoa do Eng. Carlos Condé pela participação valorosa na execução dos trabalhos de abertura e estabelecimento dos drenos; à equipe de funcionários que decisivamente apoiaram as atividades de campo, especialmente, Driene Santos, Robson, Vicente, Robertino e Felipe, À prefeitura de BH e CREURB pelo apoio logístico e à CAPES-Print pela bolsa.

Bibliografia

Afshar-Mohajer, N. & C. Wu. 2023. Use of a drone-based sensor as a field-ready technique for short-term concentration mapping of air pollutants: A modeling study. Atmospheric Environment, 294: 119476. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231022005416. Acesso em 06/11/2023.

AlexoviČ, S., M. Lacko, BaČík, J. 2023. 3D Mapping with a Drone Equipped with a Depth Camera in Indoor Environment. Acta Electrotechnica et Informatica, 23(1):18-24. Disponível em: https://sciendo.com/pdf/10.2478/aei-2023-0003 . Acesso em 06/11/2023.

Brookes, A., A. Chalmers & R. Vivash. 2005. Solving an urban river erosion problem on the Tilmore Brook, Hampshire (UK). Water and Environment Journal, 19(3):199-206. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1747-6593.2005.tb01587.x . Acesso em 06/11/2023.

Christos, G. K., P. Panos & Z. Ioannis Z. G. 2014. A classification of water erosion models according to their geospatial characteristics. International Journal of Digital Earth, 7:3, 229-250, DOI: 10.1080/17538947.2012.671380. ESRI. ArcGIS Online. https://www.arcgis.com/index.html .

Fonseca, M.T. 2023. Recuperação do Impacto Ambiental na Ocupação Vitória em Belo Horizonte. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em

Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais

Fonseca, M.T., R. Lima, S.L.L. Silva, H.L.M. Paula, J. F. da Cruz, J.F., A. Antão, J. Cordeiro, L.A. Saenz, M.R. Scotti. 2022 Impact of a Low-Income Informal Settlement in a Headwater Area at High-Risk of Erosion in Brazil, International Journal of Environmental Pollution and Remediation (IJEPR) 10: 19-26 -2022. DOI: 10.11159/ijepr22.003

Fu, M. et al. 2023. Rotating 3D laser mapping system for Multi-rotor drones. In: 2nd International Conference on Robotics, Artificial Intelligence and Intelligent Control (RAIIC). IEEE, 2023. p. 1-6. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/iel7/10280771/10280779/10281055.pdf . Acesso em 06/11/2023.

Hinkel, R. 2002. Vegetação ripária: funções e ecologia. Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas ripárias; 1:40-48. Disponível em: https://www.academia.edu/download/27070032/zonas_ripárias-versao_final-revisao2.pdf#page=48 . Acesso em 06/11/2023.

IBGE. 2020. Belo Horizonte. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/belo-horizonte .

Karydas, C. G., P. PANAGOS, I.Z. Gitas. 2014. A classification of water erosion models according to their geospatial characteristics. International Journal of Digital Earth, 7(3):229-250. DOI: 10.1080/17538947.2012.671380. Acesso em 06/11/2023.

Palhares, J.C. et al. 2007. Medição da vazão em rios pelo método do flutuador. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/443939/1/CUsersPiazzonDocuments455.pdf . Acesso em 06/11/2023.

Pereira Costa, S.A., M. M. G. Netto & M.M. Gimmler Netto. 2015. Fundamentos de Morfologia Urbana. Belo Horizonte: C/Arte. Acesso em 06/11/2023.

QGIS.org. 2018. QGIS versão:3.32.0. Disponível em: https://download.qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-3.32.0-1.msi .

Roy, A. H. et al. 2006. Importance of riparian forests in urban catchments contingent on sediment and hydrologic regimes. Environmental Management, 37:523-539. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00267-005-0029-1 . Acesso em 06/11/2023.

Salesa, D., E. Terol, A. Cerdà. 2019. Soil erosion on the “El Portalet” mountain trails in the Eastern Iberian Peninsula. Science of the Total Environment, 661:504-513. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719302104 . Acesso em 06/11/2023.

Sun, J. et al. 2024. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Landslide Investigation and Monitoring: A Review. Drones, 8(1):30. Disponível em: https://www.mdpi.com/2504-446X/8/1/30/pdf . Acesso em: 06/01/2024.

Trimble, S. W. 1997. Stream channel erosion and change resulting from riparian forests. Geology, 25(5): 467-469. Disponível em: https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/geology/article-pdf/25/5/467/3517270/i0091-7613-25-5-467.pdf .Acesso em: 02/02/2024.

Wolman, M. & A. Gordon. 1967. A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels. Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 49(2-4):385-395. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/04353676.1967.11879766 . Acesso em: 02/02/2024.

Zhang, C. et al. 2023. A lightweight and drift-free fusion strategy for drone autonomous and safe navigation. Drones, 7(1):34-. Disponível em: https://www.mdpi.com/2504-446X/7/1/34/pdf . Acesso em 06/11/2023.

Cap. 07

“Saneamento Ambiental e as Ocupações na Bacia do Isidoro”

Autor:

Ana Raquel Teixeira Torchetti Resende[(1)]

(1) INTERPLAN Planejamento e Desenvolvimento Urbano Ltda

E-mail para correspondência: interplan.urbano@gmail.com

Resumo

Este capítulo aborda sobre as ações que auxiliaram na recuperação da qualidade da água nos córregos da microbacia do Isidoro (BH-MG) – Ocupação Vitória, como consequência da contaminação aquática oriunda do lançamento direto de esgotos domésticos sem tratamento. O trabalho envolveu a elaboração de um diagnóstico setorial do saneamento (abastecimento de água, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, esgotamento sanitário e drenagem urbana), por meio de dados secundários e de uma pesquisa socioambiental com os moradores da ocupação. A partir desses dados, foi realizada uma análise de viabilidade legal, técnica e econômica para qualificar quais residências seriam aptas a implantarem o sistema individual de tratamento de esgoto Tanque de Evapotranspiração (TEVap), escolhido pelo programa devido a sua simplicidade de implantação, manutenção e operação.

Abstract

This chapter explores actions undertaken to restore water quality in the streams of the Isidoro microbasin (Belo Horizonte, Minas Gerais) within the Vitória occupation, following contamination caused by direct discharge of untreated domestic sewage. The study employed a multi-faceted approach, starting with a sanitation sectoral diagnosis that analyzed water supply, urban cleaning, solid waste management, sanitary sewage, and urban drainage systems through a combination of secondary data analysis and a socio-environmental survey conducted among residents of the occupation. This was followed by a legal, technical, and economic feasibility analysis that leveraged the collected data to identify households suitable for implementing the chosen individual sewage treatment system – the Evapotranspiration Tank (TEVap) – due to its inherent advantages in simplicity of implementation, maintenance, and operation.

Palavras-chave: degradação ambiental, florestas urbanas**,** Isidora, Ocupação Vitória, Saneamento, TEVap

Key words: *environmental degradation, urban forests*, irregular urban occupation, *Vitória community, Sanitation,* TEVap

Introdução

Localizada ao extremo norte de Belo Horizonte, na divisa com o município de Santa Luzia, a Região do Isidora destaca-se por sua importância ambiental, considerado o remanescente de vegetação mais extenso da capital mineira, que não é uma unidade de conservação (Senra, 2018). Além disso, é uma região com grande potencial hídrico, com diversas nascentes e corpos d'água.

Com predominância de terrenos não ocupados, a região configura-se como a maior porção de terra não-parcelada contínua existente na Região Norte do município (PBH, 2010a). Com o desenvolvimento do chamado Vetor Norte, com a implantação da Cidade Administrativa Presidente Tancredo Neves, a construção da Linha Verde, além da transformação do aeroporto de Confins em terminal industrial, houve uma mudança do perfil da região. O Isidora, então, transformou-se uma área cobiçada pelo mercado imobiliário e, assim, ficou à mercê da ocupação irregular, sem qualquer intervenção do poder público. Assim, foram formadas quatro ocupações: Esperança, Vitória, Helena Greco e Rosa Leão. As ocupações totalizam, aproximadamente, 1,5 km² e abrigam cerca de 5 mil habitações com famílias em situações de extrema pobreza e sem infraestrutura pública disponível e serviços na maior parte do território (UNOPS/ONU Habitat, 2022).

Porém, a área de abrangência do estudo limita-se à Ocupação Vitória, que é a maior sub-bacia da região do Isidora e com maior volume de água é a do córrego Macacos, localizada nesta ocupação.

De acordo com o Diagnóstico Técnico integrante do Programa de Proteção Ambiental e Melhorias Urbanas da Região Isidora (UNOPS/ONU Habitat, 2022), a Ocupação Vitória teve início no ano de 2013, de forma tímida, com poucas edificações construídas e aproveitamento de estradas vicinais existentes. A partir do ano de 2014, a ocupação realmente se consolidou, com a construção de edificações na área, em maior concentração, na porção norte da ocupação, na divisa com o município de Santa Luzia, que configura o entorno da atual Praça da Árvore. As estradas vicinais já existentes deram espaço às futuras vias da ocupação e novas vias também foram abertas.

Em 2015, o crescimento da ocupação continua de forma acelerada, com expansão para a região sul e ocupação da Área de Preservação Permanente (APP) do córrego dos Macacos, na região central.

A região leste só passou a ser ocupada de forma expressiva a partir de 2018, já que é uma região com alta declividade e áreas de drenagem das águas.

Nos anos seguintes, há um maior adensamento das regiões já consolidadas. Porém, em 2021, ocorre avanço sobre áreas mais frágeis ambientalmente (porção leste) e o crescimento no sul da ocupação.

As características da ocupação se assemelham a um planejamento feito a partir de uma planta de origem. É possível verificar quadras bem delimitadas na maior parte da ocupação, assim como uma regularidade no traçado dos lotes, especialmente em áreas mais adensadas.

Alguns elementos limitam a ocupação de toda a área, principalmente devido a barreiras físicas, que são:

- A “voçoroca”, localizada a noroeste da ocupação,
- A presença de cursos d`água e nascentes,
- O Areal, área assim denominada por se tratar de um terreno bastante arenoso;
- Regiões de relevo mais declivoso, que concentram áreas verdes.

Outro fator marcante na ocupação é a centralidade da Praça da Árvore, caracterizada por uma maior densidade construtiva. A parte sul, por sua vez, apresenta áreas com muitos lotes vagos dispersos, lotes muito extensos e manchas de áreas desocupadas. Verifica-se a ocupação em vários trechos de APP.

O padrão construtivo predominante das edificações é baixo e precário, muitas delas sem um sistema construtivo estrutural adequado. Nas áreas de maior declive, as edificações são construídas, em geral, após a realização de cortes verticais nas encostas. Algumas casas foram construídas abaixo do greide da via.

Predomina-se o uso residencial com um ou dois pavimentos. As edificações de comércios e serviços são encontradas apenas em poucos locais, a saber:

- na Praça da Árvore e entorno,
- na Rua Aroeira e na Rua Diamantina com Rua Flor de Minas,
- na Avenida dos Milagres.

Em relação ao sistema viário, a Ocupação Vitória dispõe de um sistema viário consolidado, embora não pavimentado e com algumas vias bastante precárias devido à falta de drenagem. Há vias ou trechos de vias inacessíveis para veículos em função das altas declividades e de processos erosivos. Como não há infraestrutura de drenagem, se observa a formação de sulcos nas ruas, em maior ou menor grau, configurando risco de queda e acidentes para transeuntes e não sendo possível a circulação de veículos.

Além disso, há vias que interferem em APPs, brejos e cursos d'água.

Esta ocupação desordenada do solo impacta os cursos d'água inseridos na região, com a piora da qualidade da água que advém do lançamento de esgoto *in natura*, depósitos de lixo clandestinos e o assoreamento, devido a erosão causada por desmates e vias mal conservadas. Assim, o projeto visou implantar ações de recuperação das áreas degradadas, visando melhorar a qualidade da água aportada aos rios, principalmente no que se refere a redução do volume de esgoto doméstico e de sedimentos.

Esse estudo contemplou a avaliação das condições dos serviços de saneamento da área de estudo, a partir de dados secundários e de uma pesquisa socioambiental realizada com a comunidade local, bem como a indicação dos domicílios contemplados pela instalação dos TEVaps nas áreas de intervenção a partir de uma análise de viabilidade legal, técnica e econômica.

Materiais e métodos

De início, foi feita a caracterização geral da área, com dados secundários, abordando os diagnósticos setoriais do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos), bem como apresentados os projetos existentes elaborados para requalificação da área.

Além disso, visando avaliar as características da situação atual dos serviços de saneamento da área de estudo, foi realizada uma pesquisa socioambiental por meio da aplicação de um questionário simplificado com perguntas relacionadas ao tema, apresentado abaixo.

PESQUISA PROJETO IZIDORA

Entrevistador:	
Data da entrevista	
Código do Lote:	
LAT (UTM):	LONG (UTM):

APRESENTAÇÃO GERAL DO PROJETO ISIDORA

O Projeto Isidora foi criado com o objetivo de recuperar nascentes do Córrego Isidora, localizadas na Ocupação Vitória e, para isso precisa recuperar as nascentes e a mata ciliar e recuperar a qualidade da água. Para isso, serão feitos plantios de espécies nativas, plano de saneamento e contenção de erosões. Tudo isso será feito com a participação da comunidade epor isso te convidamos a responder algumas perguntas:

CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA

Nome:
Endereço na Ocupação Vitória:
Sexo (Não perguntar):
Idade:

MORADIA

O Sr.(a) ou alguma pessoa da família reside ou frequenta diariamente a casa/terrenona Ocupação Vitória?

( ) Sim
( ) Não

Quantas pessoas residem/frequentam diariamente a residência?

Quais as idades das pessoas que residem/frequentam a residência diariamente?

Nome	Idade	Nome	idade

O terreno possui acesso a nascentes e/ou cursos d'água?

( ) Sim
( ) Não

Se sim, qual o nome do da nascente/córrego?

SANEAMENTO

De onde vem a água para consumo?

( ) Rede de abastecimento
( ) Nascente/curso d'água
( ) Poço
( ) Outro: _____

Como é feito o lançamento de esgoto?

( ) Fossa comum
( ) Fossa séptica (descrever características)
( ) Diretamente no córrego
( ) A céu aberto
( ) Outro: _____

Qual o destino final do seu lixo?

( ) Deixa em lixeira fora do bairro
( ) Compostagem dos orgânicos
( ) Queima
( ) Joga em áreas não ocupadas
( ) Outro: _____

Já teve inundação/alagamento em sua casa?

( ) Sim
( ) Não

APENAS PARA QUEM NÃO POSSUI FOSSA SEPTICA/TEVap

A fossa ecológica (TEVap – Tanque de Evapotranspiração), é uma alternativa individual (por casa) de tratamento de esgotos domésticos e disposição final dos

efluentes domiciliares. Trata-se de uma solução funcionalmente simples, sem uso de processos mecanizados, as estruturas são de fácil construção e operação, e apresenta baixos custos para elaboração e implantação.

Algumas moradias serão escolhidas por critérios técnicos para receberem gratuitamente a instalação de sistemas de esgoto do tipo TEVap, de acordo com características do terreno e da quantidade disponível no Projeto Izidora**.**

É de interesseda família receber em sua residência umo TEVap (Descrever)?

( ) Sim
( ) Não

Obs: Qual a melhor forma de contato? (Anotar telefone, telefone de recado/e-mail, horário,etc).

O questionário foi aplicado nas duas áreas específicas do projeto, apresentadas na Fig. 1: Setor 1-A (nascentes N1-A e N1-B), e Setor 2-A (nascentes N2, N3-A e N3-B).

Fig. 1 – Áreas de estudo - Setor 1-A e Setor 1-B. Fonte: RMPC (2022) e Google Earth (acessado em julho/2022).

Os profissionais de ciência social e engenharia civil percorreram as áreas de interesse e pediam, em cada domicílio, a autorização para fazer as perguntas. De início, era entregue um folder do projeto e explicadas as ações previstas. Então, as perguntas do questionário eram feitas pelos aplicadores e respondidas pelos moradores. Por meio de um GPS, era realizada a leitura das coordenadas dos domicílios pesquisados. Para os domicílios que estavam vazios, foi feita mais uma tentativa de encontrar o morador.

A partir dos dados levantados foi realizada uma avaliação de viabilidade legal, técnica e econômica para a definição da alocação dos Tanques de Evapotranspiração (TEVap). Essa avaliação foi realizada por meio da análise multicritério, desenvolvida pela professora Eliane Maria Vieira, e do questionário socioambiental.

Para compor a análise multicritério, foram espacializadas as declividades da área de estudo e delimitadas as Áreas de Preservação Permanente (APPs) das nascentes e cursos d'água integrantes do trabalho. Para a instalação de TEVaps, considerou-se as melhores áreas que apresentassem declividades entre 0° e 12° (declividades que permitem a mecanização para o manejo do solo no preparo para a instalação destas) e ficaram como áreas restritas as regiões de APP.

Os critérios foram mapeados de forma a delimitar as melhores áreas para a implantação dos TEVaps, obtendo três classes de aptidão, a saber:

1- Áreas Aptas – áreas com boa declividade e fora das áreas de APPs;

2- Áreas Moderadas – áreas que embora fora das áreas de APPs, apresentam declividades que dificulta a implantação de TEVaps;

3- Áreas Restritas – áreas dentro de APPs ou com declividade superior a 45°.

Em paralelo a análise multicritério e a partir do resultado da pesquisa socioambiental, foram definidas as casas que, com a implantação dos TEVaps, poderiam apresentar melhoria na qualidade dos cursos d'água. Para tanto, foram usados os seguintes critérios:

- Casas com lançamento de esgoto diretamente no curso d'água;
- Casas mais próximas aos cursos d'água;

Em contraponto, foram descartadas:

- Casas que possuíam lançamento de esgoto em TEVaps ou fossas sépticas;
- Casas cujos moradores não gostariam de implantar TEVaps;

- Casas com até 2 moradores;

- Casas com mais de 5 moradores, devido à grande área necessária para implantação do TEVap.

Com as casas aptas para implantação dos TEVaps definidas em escritório, tanto pela análise multicritério quanto pelo questionário socioambiental, foi realizada uma visita técnica na área de estudo para validar o resultado. A visita de campo foi realizada no dia 24/08/2022 e todas as moradias selecionadas foram avaliadas em relação ao espaço disponível e condições de declividade do terreno.

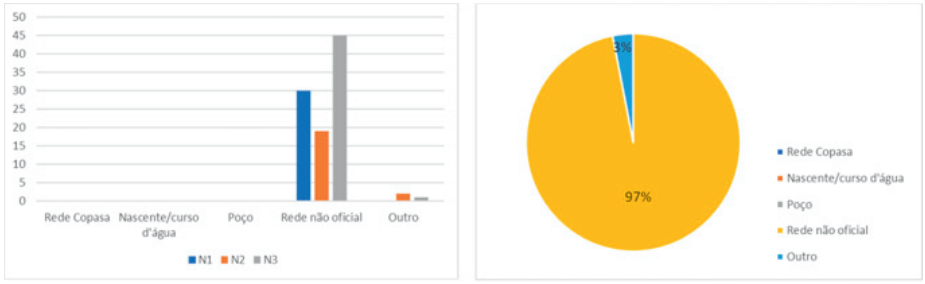
Resultados

Em relação aos resultados da pesquisa para caracterização dos serviços de saneamento, os resultados foram sintetizados na Tab.1, abaixo.

Tab. 1 - Resultado da pesquisa socioambiental

Serviço de saneamento Tipo de fornecimento		Número de domicílios		
		Setor 1-A		Setor 1-B
		Nascentes N1-A e N1-B	Nascente N2	Nascentes N3-A e N3-B
Domicílios pesquisados		31	20	46
Abastecimento de água	Rede Copasa	0	0	0
	Nascente/curso d'água	0	0	0
	Poço	0	0	0
	Rede não oficial	31	19	45
	Outro	0	1	1
Esgotamento sanitário	Fossa comum	28	18	37
	Fossa séptica	1	0	1
	Diretamente no córrego	0	1	2
	A céu aberto	1	0	4
	TEVap	1	0	1
	Outro	0	1	1
Coleta de resíduos sólidos domiciliares	Deixa em lixeira fora do bairro	7	14	32
	Compostagem orgânicos	1	0	0
	Queima	23	6	11
	Joga em áreas não ocupadas	0	0	1

Os gráficos abaixo representam as formas de abastecimento de água realizadas nas áreas de atuação de cada nascente, assim como a totalidade dos dados registrados na pesquisa (Fig. 2).



Formas de abastecimento de água registradas pela pesquisa, conforme as áreas de atuação de cada nascente

Formas de abastecimento de água registradas pela pesquisa (resultado integral)

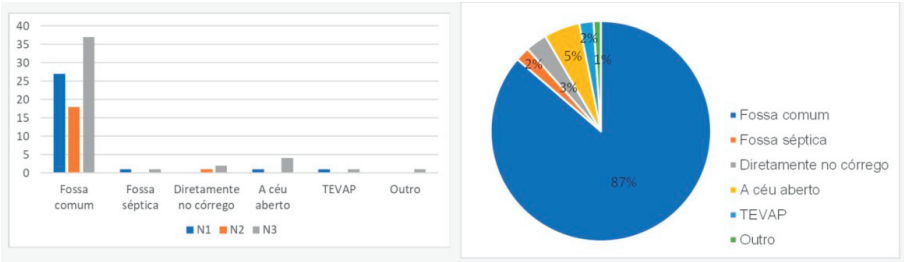
Fig. 2 – Formas de abastecimento de água registradas pela pesquisa Fonte: Original.

Há uma tomada de água não oficial na área adjacente à ocupação que, por sua vez, está ligada a redes informais de distribuição que atendem a toda a ocupação. Assim, a maioria dos domicílios (98%) são atendidos por rede não oficial de água potável. A Fig. 3 mostra redes de abastecimento de água não oficiais aparentes.

Fig. 3 – Redes de abastecimento de água aparentes (rede não oficial). Fonte: Original.

Dois domicílios não souberam explicar como fazem a tomada de água para consumo próprio.

O gráfico da Fig, 4 representa os resultados das pesquisas em relação às formas de esgotamento sanitários dos domicílios das áreas de atuação de cada nascente e o resultado geral.



Formas de esgotamento sanitário registradas pela pesquisa, conforme as áreas de atuação de cada nascente

Formas de esgotamento sanitário registradas pela pesquisa (resultado integral)

Fig. 4 – Formas de esgotamento sanitário registradas pela pesquisa Fonte: Original.

Verifica-se que a maioria dos domicílios (88%) descartam as águas do vaso sanitário em fossas comuns (Fig. 5), enquanto lançam os demais efluentes (pia, chuveiro, tanque e outros) diretamente no terreno, como mostra a Fig. 6.

Fig. 5 – Fossas comuns**.** Fonte: Original.

Fig. 6 – Lançamento do efluente de tanque/pia diretamente no solo**.** Fonte: Original.

Verifica-se facilmente o descarte de efluente a céu aberto realizado em alguns domicílios nas áreas de atuação das nascentes N1 e N3, respectivamente. Em outros casos, os lançamentos são feitos diretamente no córrego: 03 (três) domicílios na área da nascente N2, e 02 (dois) domicílios na nascente N3. Foram relatados que ocorre a disposição dos efluentes em fossas sépticas em 02 (duas) residências – uma na área da nascente N1 e a outra na nascente N3.

Por meio de outros programas existentes nos locais, foram implantados 02 (dois) TEVaps na ocupação, e um está em construção (área de influência da nascente N1). Um TEVap foi implantado na área de atuação da nascente N1. O outro atende 03 (três) domicílios na área de atuação da nascente N3. Além disso, uma moradora da área da nascente N1 está construindo com recursos próprios um TEVap.

Um fato encontrado em campo no Setor 1-A (nascente N1), foi o compartilhamento de fossas entre os vizinhos. Nestes casos, o banheiro (vaso sanitário) é localizado fora da residência. Também foram identificadas residências sem banheiro.

A Fig. 7 mostra os resultados da pesquisa a respeito das formas de descarte de resíduos sólidos, conforme as áreas de atuação de cada nascente e os resultados totais da pesquisa.

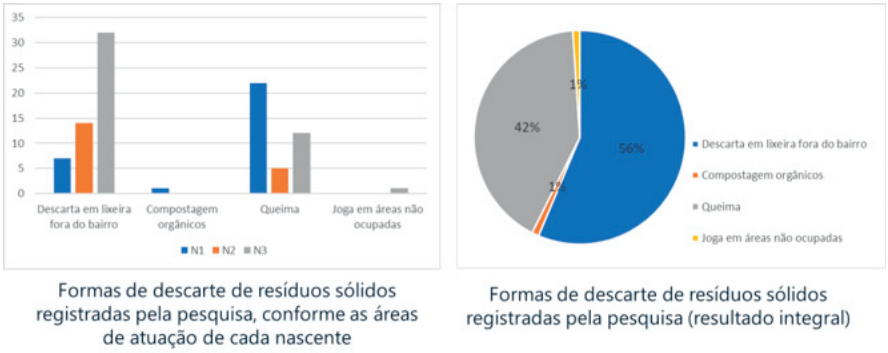


Fig. 7 – Formas de descarte de resíduos sólidos registradas pela pesquisa, conforme as áreas de atuação de cada nascente. Fonte: Original.

Verifica-se que mais da metade dos moradores (55%) que participaram da pesquisa descartam seus resíduos sólidos nas lixeiras comunitárias existentes nas vias de entorno da ocupação (no campo de futebol ou no bairro Monte Azul). Outra parte, cerca de 43%, realiza a queima do lixo. A prática de levar os resíduos para as lixeiras comunitárias é mais comum na área da nascente N3 e N2, uma vez que estão áreas estão localizadas próximas aos locais das lixeiras. Por ser mais distante da "saída" da ocupação, a maioria da população da área de atuação da nascente N1 queima seus resíduos (Fig. 8).

Fig. 8 – Lixo queimado no terreno. Fonte: Original.

Apesar deste resultado, verifica-se uma grande quantidade de lixo pelas ruas e áreas desocupadas, como mostra a Fig. 9.

Fig. 9 – Lixo espalhado em área desocupada**.** Fonte: Original.

Outra questão levantada pela pesquisa é sobre a ocorrência de inundações e/ ou alagamentos. Houve duas reclamações na área de influência da nascente N2, em locais onde há afloramentos que ocorrem nas épocas de chuva. Um dos moradores contou que há diversos pontos de afloramento no seu terreno em época de chuva. Até por isso é complicado a implantação de fossa.

Um morador que está na margem do córrego da nascente N3B, relatou que as inundações ocorreram no ano de 2021, devido às intensas chuvas registradas. Outras duas residências nesta área estão localizadas em uma linha de drenagem (talvegue). Nela, os moradores construíram uma canaleta, que reduziu as ocorrências de inundação e acabam por receber as águas servidas de algumas casas. Como mostra a

Fig**.** 10, o trecho inicial da canaleta ainda é seco, enquanto há presença de água nos trechos intermediário e final. Conforme um morador, essa presença de água é constante, o que indica que se trata de um curso d'água, que deságua no córrego da nascente N3B. Porém, essa nascente e curso d'água não fazem parte do escopo do projeto.

(a) Trecho inicial	(b) Trecho intermediário	(c) Trecho final

Fig. 10 – Canaleta implantada pelos moradores em talvegue**.** Fonte**:** Original.

Finalizada essa primeira etapa do estudo, foram definidas as alocações dos TEVaps.

Na nascente N-1, foi verificado que há possibilidade de implantação dos TEVaps em nove (09) moradias, sendo que destas, apenas 04 (quatro) participaram da pesquisa socioambiental. As demais foram definidas em campo, considerando a proximidade das casas pesquisadas. As demais casas indicadas nas análises realizadas não foram selecionadas devido à falta de espaço para implantação dos TEVaps. As moradias que já possuem TEVaps também foram descartadas.

As casas pré-definidas são apresentadas na Fig.. Verifica-se que as casas selecionadas nesse córrego estão agrupadas próximas aos pontos de amostragem P-10 e P-12 (PM12) do programa de biomonitoramento ambiental da qualidade de água do projeto.

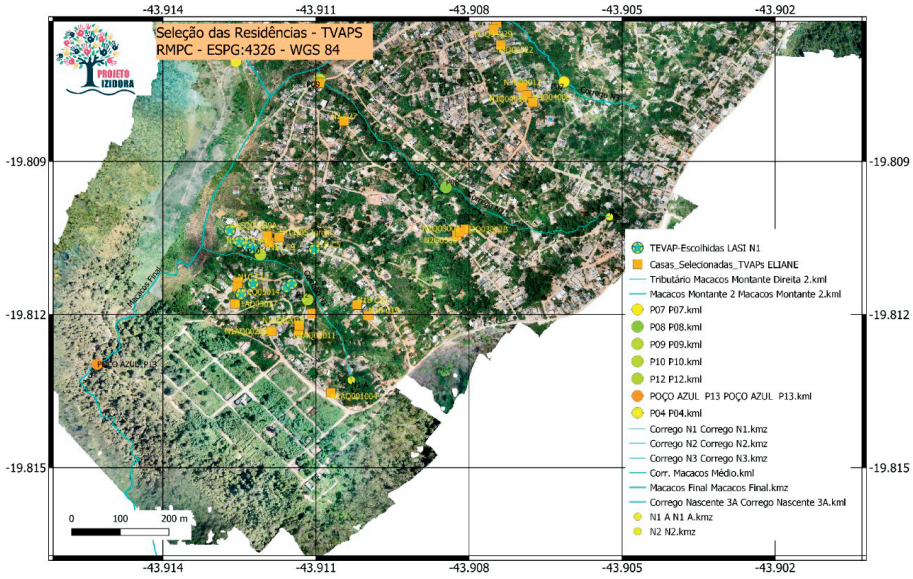


Fig. 11 – Casas indicadas pelas análises multicritério e pesquisa socioambiental - Setor 1-A (nascentes N1-A e N1-B). Fonte: RMPC (2022).

Todas as casas que têm influência direta no córrego N-2 estão localizadas em um terreno de elevada declividade e dentro da APP. Foram identificadas duas (02) casas nesse córrego que poderiam receber os TEVaps, porém elas encontram-se afastadas uma da outra, e longe dos pontos de amostragem do programa de biomonitoramento ambiental. Assim, optou-se por não implantar TEVaps nesta área, já que o aporte na melhoria da qualidade da água também não seria representativo.

No caso da nascente N3-A, foi observado em campo que as casas selecionadas nos documentos de referência não possuem espaço suficiente para a implantação dos TEVaps alguns casos os quintais dessas casas estão localizados em área de brejo e muito próximas da APP. Foram identificadas duas (02) casas com possibilidade de implantação de TEVaps. Porém, uma delas está localizada no final do córrego, em uma área próxima à ocorrência de alagamento durante as chuvas. Além disso, a implantação de TEVaps em apenas duas casas não seria suficiente para causar na alteração da qualidade da água do córrego.

Já na nascente N3-B, foram identificadas nove (09) moradias com aptidão de implantar os TEVaps. Algumas não foram pesquisadas, mas durante a visita foi permitido o acesso dos técnicos ou o relato dos vizinhos, que atestaram a possível implantação dos TEVaps. As demais casas selecionadas nos documentos de referência não são aptas para implantar os TEVaps, devido à espaço ou estão em áreas restritas.

Conclusão

Em toda a Ocupação Vitória não foi encontrada qualquer tipo de infraestrutura urbana básica implantada (redes de água, esgoto e drenagem) durante a nossa pesquisa. As edificações têm acesso a água e energia a partir de ligações clandestinas, sendo comum a intermitência nos sistemas. Os esgotos gerados nos domicílios são lançados *in natura* nos cursos d'água ou dispostos em fossas rudimentares.

Como a Ocupação Vitória dispõe de ruas, lotes e setores extensos e distantes uns dos outros, há dificuldade de autoconstrução das redes de água (fornecimento e intermitência), esgoto e energia, aliada à vulnerabilidade socioeconômica de seus moradores.

Não há sistema de coleta de resíduos sólidos e varrição pública. Os resíduos sólidos são queimados ou levados às lixeiras comunitárias existentes nas vias de entorno da ocupação (no campo de futebol ou no bairro Monte Azul).

Os dados obtidos compactuam com a visão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Belo Horizonte, que aponta que a sub-bacia do córrego dos Macacos possui um dos piores índices de saneamento ambiental, com Índice de Salubridade Ambiental (ISA) de 0,458. Por isso, ela foi considerada como ação prioritária para a aplicação de recursos financeiros em infraestrutura e serviços de saneamento.

Agradecimentos

A autora agradece a Caixa Econômica Federal que através do Acordo de Cooperação Financeira – ACF 209/2021 possibilitou a realização da pesquisa.

Bibliografia

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. 2022. Estudos Básicos – Região do Isidoro. Belo Horizonte, 2010. Disponível em https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/ouc_estudos_basicos_isidoro_diagnostico.pdf. Acesso em junho/2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. 2022. Plano Urbano Ambiental da Região do Isidoro. Belo Horizonte, 2010. Disponível em https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/ouc_plano_urbano_ambiental_isidoro.pdf. Acesso em junho/22.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. 2020. Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte (2020-2023). Belo Horizonte.

Senra, J. B. 2018**. Epitáfio: a floresta se despede da cidade?** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

UNOPS/ONU-Habitat. 2021. Programa de Proteção Ambiental e Melhorias Urbanas da Região Izidora. Resultado 1: Plano de Urbanização Sustentável da Izidora. Produto 1.4: Conjunto de propostas de intervenções imediatas para eliminar áreas de risco na Izidora. Relatório técnico. Belo Horizonte.

UNOPS/ONU-Habitat. 2021 Programa de Proteção Ambiental e Melhorias Urbanas da Região Izidora. Resultado 1: Plano de Urbanização Sustentável da Izidora. Produto 1.5: Proposta de projeto para melhorias nas condições e acesso a serviços e infraestrutura na Izidora, incluindo custos associados. Subproduto: Diagnósticos técnicos. Relatório técnico. Belo Horizonte.

UNOPS/ONU-Habitat. 2022. Programa de Proteção Ambiental e Melhorias Urbanas da Região Izidora. Resultado 1: Plano de Urbanização Sustentável da Izidora. Produto 1.2: Documento de orientação contendo estratégias para limitar a expansão de Izidora e permitir a melhoria da gestão dos vazios urbanos. Relatório técnico. Belo Horizonte.

Cap. 08

"O Esgotamento Sanitário no Projeto Izidora: Tratamento alternativo com Tanques de Evapotranspiração"

Autores:

Luis Alberto Sáenz Isla[1], Ricardo Motta Pinto-Coelho[2], Alvânio Ricardo Neiva Júnior[3] e Elielder Pereira da Silva[3]

1. Empresa LASI – Belo Horizonte, MG
2. Empresa RMPC - Meio Ambiente Sustentável – Belo Horizonte- MG
3. Empresa Mais Ambiente Engenharia e Consultoria Ltda - Sete lagoas-MG

E-mail para correspondência: alberto.saenz2007@gmail.com

RESUMO

Existe uma falta crônica de investimentos e de políticas públicas voltadas ao saneamento em todo o Brasil, e de modo especial, nas áreas periféricas das grandes metrópoles brasileiras. Esse é o caso da Ocupação Vitória na Granja Werneck, região norte da cidade de Belo Horizonte (MG). Para amenizar essa carência e buscar soluções alternativas, o Projeto Izidora propôs instalar um sistema de tratamento de esgoto doméstico convencional individual com a intenção de reduzir o ingresso de contaminantes domésticos (excretas humanas) e ajudar na melhora da qualidade da água do córrego Macacos. O sistema escolhido é conhecido pela sigla TEVap. Ele foi criado nos EUA por Tom Watson e adaptado para o Brasil pela empresa pública EMATER-MG. A instalação de um TEVap por casa é uma solução individual para o tratamento e disposição final somente dos efluentes do vaso sanitário. Trata-se de uma solução funcionalmente simples, pois não faz o uso de processos mecanizados, e as estruturas são de fácil construção e operação, além de apresentar baixos custos para elaboração e implantação do projeto. A instalação dos TEVap no Projeto Izidora foi financiada pelo Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal (ACF 209/2021), coordenada pela empresa RMPC, supervisionada em termos técnicos pela empresa LASI e executado pela empreiteira contratada MAIS AMBIENTE. A execução da obra ocorreu entre os dias 01 de agosto de 2023 até o dia 30 de setembro de 2023. Foram instaladas 12 unidades TEVap em moradias localizadas no córrego da Baixada (córrego N-1) próximo da Horta comunitária da Comunidade Vitória, Ocupação Izidora, região Norte do município de Belo Horizonte-MG. Para medir a eficácia da ação, o projeto tem como proposta a continuidade do monitoramento das águas dos tributários do córrego Macacos após a instalação dos TEVaps, mas a execução dessa fase vai exigir a continuidade do monitoramento ambiental por pelo menos mais 24 meses.

Abstract

The deficit in environmental sanitation in rural and urbans areas in Brazil is enormous. There is a critical demand for investments in sanitation covering large areas where the people are living in rural areas or on the outskirts of big cities, such as Ocupação Vitória in Granja Werneck, northern region of the city of Belo Horizonte, Minas Gerais. Addressing this critical need, this project sought to alleviate this situation by installing a set of an alternative individual conventional domestic sewage treatment system with the objective to reduce the input untreated domestic wastewater to the tributaries of Macacos stream. Originally developed by Tom Watson in the USA and was later adapted to local conditions by the public rural extension company, EMATER-MG, receiving the acronym TEVap. TEVap boasts a functionally simple solution, as it does not use mechanized processes, with structures that are easy to build and operate. Moreover, TEVap has low operational and implementation costs. Funded by the state bank CEF's Socio-Environmental Fund (ACF 209/2021), the project was spearheaded by the company RMPC, receiving technical assistance from LASI and being executed by MAIS AMBIENTE. The work was carried out between August 1st and September 30th, 2023, with a total of 12 TEVap units being successfully installed in houses situated near the Baixada stream (N-1 stream) within the Ocupação Vitória community, northern region of the city of Belo Horizonte, Minas Gerais. To assess the effectiveness of this intervention, the project proposes ongoing water quality monitoring in the Macacos stream tributaries following the installation of the TEVapS, although the execution of this phase will require an additional 24 months of dedicated environmental monitoring.

Palavras chave: saneamento, poluição das águas, esgotos domésticos não tratados, déficit de saneamento, comunidades urbanas carentes.

Keywords: sanitation, water pollution, untreated domestic sewage, sanitation deficit, poor urban communities.

História do saneamento básico

O início das grandes ocupações humanas ocorreu após o descobrimento da agricultura durante o Holoceno inicial - Fase Girau (Mongeló, 2020). Já durante o Holoceno médio, essas populações começaram um processo de intensificação do manejo ambiental, o que resultou no aparecimento das primeiras terras pretas antropogênicas (Fase Massangana) por acúmulo de matéria orgânica gerada pelos rejeitos humanos.

> Segundo Santos (2004, p. 235-236) "... quando tudo era meio natural, o homem escolhia da natureza aquelas suas partes ou aspectos considerados fundamentais ao exercício da vida, valorizando, diferentemente, segundo os lugares e as culturas, essas condições naturais que constituíam a base material da existência do grupo. Esse meio natural generalizado era utilizado pelo homem sem grandes transformações. As técnicas de trabalho se casavam com as dádivas da natureza, com a qual se relacionavam sem outra mediação. As transformações impostas às coisas naturais já eram técnicas, entre as quais a domesticação de plantas e animais aparece como um momento marcante: o homem mudando a natureza, impondo-lhe leis. Assim, a sociedade local era ao mesmo tempo criadora das técnicas utilizadas, comandante dos tempos sociais e dos limites de sua utilização. A harmonia socioespacial assim estabelecida era desse modo, respeitosa da natureza herdada, no processo de criação de uma nova natureza. Produzindo a sociedade territorial produzia também, uma série de comportamentos, cuja razão é a preservação e a continuidade do meio de vida. Tais sistemas técnicos sem objetos técnicos não eram, pois, agressivos, pelo fato de serem indissolúveis em relação à natureza que, em sua operação, ajudavam a reconstruir..."

Na Grécia antiga, entre os séculos V e IV aC, Hipócrates (Cairus,2005), escreveu um dos tratados mais antigos do *corpus hippocraticum,* o tratado "De ares, águas e lugares", no qual determina-se que o meio ambiente tinha influência nas doenças humanas. Já no século VI aC a Cloaca Máxima de Roma foi o primeiro sistema de esgotamento sanitário planejado e implantado no mundo (Sobrinho & Stutiya,1996) um sistema que recebia parte dos esgotos domésticos das áreas adjacentes ao fórum Romano e propiciava a drenagem superficial de uma área bem maior, e que foi essencial para o controle da malária.

Na idade média, muitos dos avanços greco-romanos na área do saneamento foram abandonados. Sobrinho & Stutiya (1996) mencionam que estruturas similares aos

drenos Romanos eram utilizadas nos burgos da Europa medieval, porém, o lançamento de excretas humanos nesses condutos era terminantemente proibido. Como resultado, as excretas eram dispostas nas ruas, até que a próxima chuva, ou lavagem das ruas os levasse para os condutos de drenagem pluvial e os descarregassem no curso de água mais próximo (Sobrinho & Stutiya, 1996). Essas práticas levaram à uma grande contaminação dos ecossistemas aquáticos vizinhos às cidades. Não tardou muito a chegarem as doenças e mortes entre os habitantes dessas terras feudais. Segundo Martino (2017), a peste negra em meados do Século XIV (1348) foi um dos resultados dessas práticas. Essa pandemia matou um quarto da população europeia. A doença teve como vetor a pulga dos ratos que viviam nas comunidades medievais e que tinham contato direto com o esgoto doméstico disponível nas ruas.

A partir do início da Idade Moderna (Séculos XV – XVIII; 1453 a 1789), a humanidade passou a concentrar-se em cidades maiores e já não mais em redutos feudais tais como os burgos e castelos amuralhados. E assim, foram retomados os conhecimentos greco-romanos e, dentre eles, os avanços em hidráulica e saneamento, cálculos de vazões de esgoto e a construção de estruturas para facilitar o escoamento dos resíduos líquidos de origem doméstica.

> Esses avanços no esgotamento sanitário também chegaram no Brasil, especialmente no Rio de Janeiro com o aqueduto do Rio Carioca construído em 1620. Os sistemas construídos na idade moderna no Brasil e boa parte do mundo são do tipo unitário, caracterizaram-se por escoar os esgotos domésticos e industriais junto com as águas pluviais em galerias subterrâneas enormes como os observados em Paris, França. Levando os esgotos desde as moradias, por médio de ligações prediais, e transportando-os por meio de galerias subterrâneas até sua disposição final em algum corpo de água. Na maioria das vezes sem realizar nenhum tipo de tratamento de esgoto. (Sobrinho & Stutiya, 1996).

No Brasil da idade contemporânea, podemos ver avanços significativos no sistema de rede de esgotamento sanitário e no tratamento de esgoto. Segundo Azevedo Netto (1992), foi na cidade do Rio de Janeiro, que foi construído o primeiro sistema combinado de esgotos (1857) denominado de “Separador Parcial”, que recebia e conduzia efluente pluviais do interior dos prédios e quintais pavimentados, e esgotos domésticos. Menos de 30 anos depois, em 1876, conforme é mencionado por Mezzomo (2019) que cita os trabalhos de Azevedo Netto entre outros, era construído por

engenheiros ingleses em São Paulo a primeira rede de esgotos do Brasil, que era do tipo misto (separador parcial). Esse tipo sistema de esgotamento, mistura a água das chuvas com o esgoto doméstico em galerias, sendo muito comum em países não tropicais.

Segundo o diagnóstico realizado pelo Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (Brasil, 2023), atualmente o índice de atendimento urbano de esgotamento sanitário no Brasil foi de total de 55,8% e urbano de 64,1%. No estudo, 4.744 municípios responderam dados de esgoto ao SNIS. Desse mesmo documento podemos afirmar que 87,5% dos municípios brasileiros possuem sistema de coleta de esgoto e este corresponde, maioritariamente, ao Sistema Convencional de Separador Absoluto, no qual o esgoto doméstico é escoado desde os prédios até os sistemas de tratamento de forma separada da água de chuva. A rede de esgotamento está composta de duas linhas de tubulações totalmente independentes e nunca se misturam. Esses mesmos autores, explicam que em países como o Brasil, onde chove muito (país tropical) a mistura da água de chuva com o esgoto doméstico interferiria significativamente no tratamento desse esgoto, antes de ser lançado para os corpos de água sem gerar impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos.

Sistemas individuais alternativos de esgotamento convencional

Os sistemas individuais surgem como alternativas viáveis na gestão sustentável do esgoto na tentativa de universalizar o acesso ao esgotamento sanitário no mundo. Esses sistemas são desenhados e construídos para realizar o tratamento de esgoto sanitário de unidades habitacionais e pequenas comunidades (Carneiro, 2018)

Segundo Bernardes (2004), o tanque de evapotranspiração (TEVap) é uma tecnologia que consiste em um sistema plantado, onde ocorre decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização e absorção dos nutrientes e da água pelas raízes, esse processo possui um custo baixo e preserva o meio ambiente. Costa et al. (2020) qualifica os TEVap como um sistema de tratamento simplificado, que processa os rejeitos domésticos usando bactérias e que os resíduos desse processo bacteriano são absorbidos pelas raízes e a água resultante é evapotranspirada pelas folhas das plantas do sistema.

Conforme mencionado por Galbiati (2009) e Costa et al. (2020), o Tanque de evapotranspiração (TEVap) é uma alternativa viável e importante para o tratamento de

esgotos exclusivamente dos vasos sanitários (águas negras) urbanos, periurbanos e rurais, podendo ser aplicado em pequenos quintais quanto em áreas maiores.

O sistema TEVap pode substituir as fossas sépticas residenciais com vantagens ambientais e econômicas, inclusive em áreas onde há rede coletora de esgotos, para a qual podem ser encaminhados apenas os efluentes devidos às águas cinzas . Galbiati (2009), também menciona que o sistema TEVap pode evitar a sobrecarga das estações de tratamento de esgotos e diminuir a carga poluidora lançada em ecossistemas aquáticos pelo tratamento parcial de esgotos urbanos e que urbanisticamente, pode ser utilizado para compor o paisagismo dos quintais, escolhendo-se espécies de plantas com potencial ornamental. Finalmente, essa mesma autora menciona que as técnicas construtivas podem variar de acordo com os recursos disponíveis, devendo sempre garantir a completa impermeabilização do tanque.

Historicamente, o Tanque de Evapotranspiração (TEVap) é um sistema de tratamento e reaproveitamento dos nutrientes do efluente proveniente do vaso sanitário. Este sistema foi criado pelo permacultor Tom Watson, nos EUA, com o nome de “Watson Wick” e adaptado por vários permacultores brasileiros (Fig. 1) e pela empresa pública EMATER-MG.

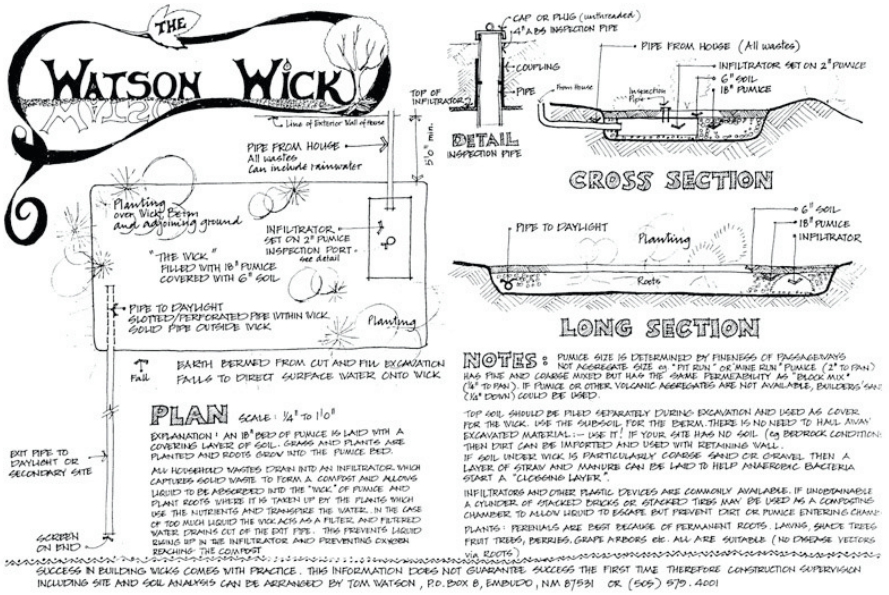


Fig. 1- Esquema mostrando o desenho do Watson Wick system.
Fonte: https://oasisdesign.net/compostingtoilets/watsonwick.htm.

Segundo Galbiati (2009), o TEVap é um sistema fechado no qual não existe efluente líquido que possa ser gerado desde seu interior, seja para filtros ou sumidouros. No interior do TEVap, ocorre a decomposição anaeróbia da matéria orgânica, a mineralização, a absorção dos nutrientes e o transporte capilar da água, através das raízes das plantas para cima. Os nutrientes deixam o sistema incorporando-se a biomassa das plantas e a água é eliminada por evapotranspiração. Não há deflúvio. E dessa forma, não há como poluir o solo ou o risco de algum microrganismo patógeno sair do sistema.

Segundo EMATER (2021), um pré-requisito para o uso do TEVap é a separação da água servida na casa. Apenas aquele efluente advindo dos vasos sanitários deve ir para o tanque (águas negras). As demais, provenientes de pias e chuveiros (águas cinzas), devem ir para outro sistema de tratamento, conforme recomendação da ABNT.

A introdução do conceito de separação na fonte da gestão dos esgotos municipais permite o adequado tratamento de diferentes tipos de efluentes de acordo com suas características. Esta é a chave de soluções técnicas para o reuso eficiente da água, energia e fertilizantes para instalações de pequeno porte como casas em áreas sem acesso à rede de esgoto urbano.

Entre as vantagens de utilização de um sistema como os TEVap para tratamento de esgoto doméstico individual e alternativo, que usa micro-organismos e plantas, está a possibilidade de obter uma alta eficiência no tratamento do esgoto e com baixo custo de construção e de manutenção. Também se destaca o praticamente nulo consumo de energia, tolerância à variabilidade de carga contaminante doméstica, harmonia paisagística, a não utilização de produtos químicos e a aplicação a nível comunitário pela facilidade da construção. Há alguns estudos já feitos também no Brasil, os quais comprovam a eficácia da técnica do Tanque de Evapotranspiração (EMATER, 2021).

De acordo com a EMATER-MG, o extravasamento do sistema por excesso de carga contaminante é praticamente nulo devido ao dimensionamento do mesmo. O sistema também impede o extravasamento por enxurrada por ocasião de chuvas, uma vez que há barreiras físicas ao redor do TEVap. O que torna o sistema de extrema importância, já que os riscos de extravasamentos são mínimos, e quando os há, o volume é muito baixo. A eficácia do tanque é comprovada a partir do momento em que o efluente analisado no solo está isento de patogenicidades e ainda que o extravasamento do

mesmo é quase inexistente. Ambas as características puderam ser observadas e constatadas com estudos já feitos, mostrando a viabilidade do sistema. Portanto é recomendável a implantação do tanque de evapotranspiração em residências rurais de forma a reduzir o impacto ambiental causado pelo lançamento de esgotos em córregos e rios.

Área de estudo

A Região das ocupações da Izidora localiza-se no extremo norte do município de Belo Horizonte, na divisa com o município de Santa Luzia, na Região Administrativa Norte, abrangendo uma área total de 9,55 Km^2 (maior que a área interna à Avenida do Contorno que possui 8,9 km^2). A região é atravessada pelo Ribeirão Isidoro, integrante da Bacia do Rio das Velhas, e tem alta relevância ambiental, com a presença dos biomas de mata atlântica e cerrado e conta com grande potencial hídrico, com mais de 200 nascentes e córregos

A área de estudo, centrada na Ocupação Vitória, está localizada na microbracia do Córrego Macacos e contém quatro córregos e nascentes que foram objeto das intervenções do Projeto Izidora. Das nascentes identificadas, foram trabalhados quatro córregos no Projeto Izidora (N-1, N-2, N-3A e N3-B), podem ser observadas na Fig. 2.

Obs: a Nascente N3-B é tratada nos Caps. 4,5 e 6 como N-4

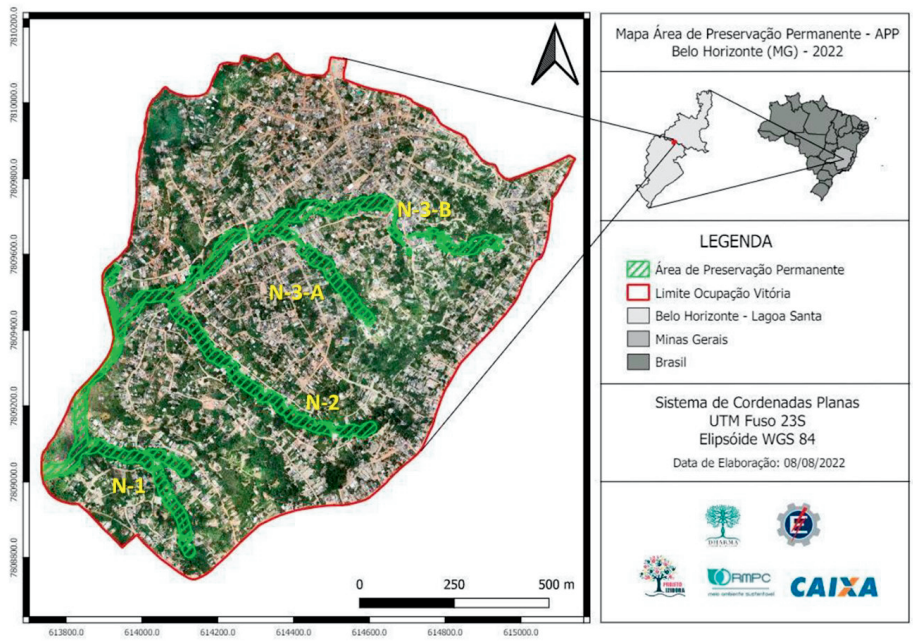


Fig. 2- Localização dos córregos trabalhados na Comunidade Vitória mostrando as Áreas de Preservação Permanente. Fonte Dharma – Eng. Eliane Vieira.

Na Fig. 2, é possível observar os córregos trabalhados no Projeto Izidora e a definição desses como Áreas de Preservação Permanente (APP). Todos esses córregos são afluentes do córrego Macacos. Na área de estudo definida na Fig. 1, moram mais de 4.500 famílias. No início do projeto no ano de 2021, essas moradias na sua totalidade não possuíam conexão com a rede de esgoto municipal. Também careciam de conexão de água potável da COPASA nem instalação elétrica da CEMIG. Ao finalizar o Projeto Izidora em novembro de 2023, a CEMIG tinha instalado as conexões elétricas em quase 80% da Comunidade e a COPASA instalado a rede de esgoto e de distribuição de água. Sobre as instalações da COPASA o Projeto Izidora desconhece quando essas instalações estariam habilitadas para funcionamento da população.

Boa parte das moradias existentes na Comunidade Izidora possui fossa comum para águas negras (esgoto do vaso sanitário) como sistema de tratamento de esgoto e algumas casas despejam esse esgoto diretamente nos córregos próximos.

Perante essa situação, o Projeto Izidora propôs a instalação de unidades TEVap para evitar que os esgotos domésticos dos vasos sanitários (águas negras) chegassem nos

córregos e continuassem os contaminando. O objetivo era instalar as unidades TEVap nos córregos em estudo considerando colocar pontos de amostragem da qualidade da água nos córregos antes e depois da localização dessas unidades TEVap.

Por questões legais, impostas pela Prefeitura de Belo Horizonte para permitir a realização da obra civil, essas unidades não poderiam ser instaladas nas APP (definidas na Fig. 2). Nesse sentido, as unidades TEVap só poderiam ser instaladas no córrego N-1 (córrego da Baixada).

Etapas do tratamento de esgoto doméstico (águas negras) pelos TEVap

Segundo EMATER (2021) o sistema de tratamento usando o tanque de evapotranspiração modificado do criado por Tom Watson e modificado pela empresa pública de Minas Gerais para o tratamento das "águas negras" provenientes exclusivamente dos vasos sanitários de cada residência, possui as seguintes etapas de forma geral:

a) Fermentação
   O efluente é decomposto pelo processo de fermentação (digestão anaeróbia) realizado pelas bactérias na câmara bio-séptica de pneus (neste caso) e nos espaços criados entre as pedras e tijolos colocados ao lado da câmara.
b) Segurança
   Os microrganismos patógenos são enclausurados no sistema, porque não há como garantir sua eliminação completa. Isto é realizado visto que o Tanque é fechado, sem saídas, sem efluentes. Ele necessita ter espaços livres para o volume total de água e resíduos humanos recebidos durante um dia sendo, portanto, construído com uma técnica que evite as infiltrações e vazamentos, com auxílio e acompanhamento de um engenheiro ou técnico responsável, para garantir que seja uma unidade estanque.
c) Capilaridade
   Como a água está presa no Tanque, ela se move por meio de capilaridade de baixo para cima e, com isso, depois de separada dos resíduos humanos, vai passando pelas camadas de brita, areia e solo, chegando até as raízes das plantas.
d) Evapotranspiração
   É a partir desse processo que é possível o tratamento final da água, que só sai do sistema em forma de vapor, sem nenhum contaminante. A evapotranspiração é realizada pelas plantas, principalmente as de folhas largas, como caetés, copo-de-leite, etc. que, além disso, consomem os nutrientes em seu processo de crescimento, permitindo que a bacia não encha.

Os principais processos físicos, químicos e biológicos envolvidos no funcionamento do TEVap são precipitação e sedimentação de sólidos, degradação

microbiana anaeróbia, decomposição aeróbia, movimentação da água por capilaridade e absorção de água e nutrientes pelas plantas.

Etapas na construção do sistema TEVap

Cada sistema TEVap (Fig. 3) deve conter um sistema de tratamento para águas cinzas (águas de pias, chuveiros e máquina de lavar roupas) chamado de "Círculo de bananeiras"; e outro sistema de tratamento para águas negras (águas do vaso sanitário) chamado de "TEVap". É importante lembrar que essas águas residuais acima citadas não devem se misturar, sendo separadas desde a origem na residência.

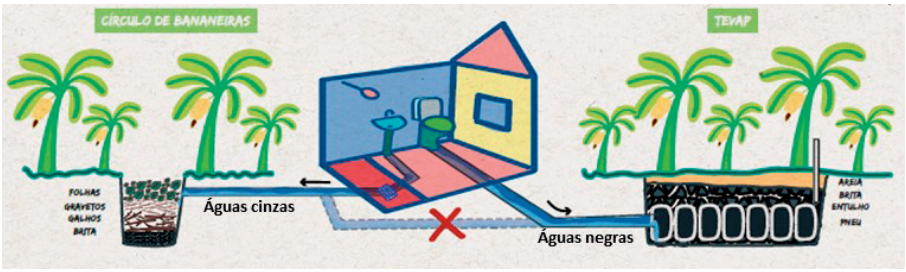


Fig. 3- Sistema de Tratamento com Tanque de evapotranspiração. Fonte: EMATER-MG

Os círculos de bananeiras (Fig. 3) são elementos complementares às fossas de evapotranspiração na função de tratar localmente as águas cinzas. Consiste em um buraco em formato de cilindro/bacia, com 1,75m de diâmetro e 1,20m de profundidade para uma casa de uma família (em torno de 4 pessoas). Daí temos um volume total aproximado de 2,10 m³ o que daria 0,53 m³/morador. Para a instalação do círculo de bananeiras não são necessários materiais industrializados, bastando apenas encontrar os diversos materiais orgânicos citados e as plantas a serem plantadas.

Para a instalação do círculo de bananeiras, devemos seguir os seguintes passos:

a) Escavar a terra com 1,20m de profundidade.
b) Preencher o buraco começando com troncos até a altura de 40 cm desde o fundo.
c) Sobre a camada de troncos, faz-se uma camada de cerca de 30 cm de gravetos e madeiras finas.
d) Preenche-se com folhas secas ou verdes, restos de grama ou palhada.
e) A terra retirada do buraco deve formar um círculo elevado em volta de toda a bacia.

f) Por fim, planta-se em volta (na borda) desta bacia escavada, preferencialmente, espécies de folhas largas, como a bananeira.
g) Conecta-se o cano do esgotamento de água cinza da edificação centralizado sobre esta pilha antes do ingresso ao círculo de bananeiras. Colocar antes uma caixa de gordura.

Instalação dos Tanques de Evapotranspiração (TEVap) na Comunidade Vitória

A construção dos TEVap na Comunidade Vitória como parte do Projeto Izidora, foi realizada pela empresa MAIS AMBIENTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, contratada pela empresa RMPC Meio Ambiente Sustentável e financiada pelo Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal (ACF 209/2021).

Foram cumpridas as seguintes etapas.

A) **Seleção das moradias beneficiadas e critérios escolhidos**

A seleção das moradias que seriam beneficiadas com a instalação dos TEVap na Comunidade Vitória tinha que se basear em critérios legais e técnicos. No primeiro caso, essas casas deverão estar localizadas fora da área das Áreas de Preservação Permanente (APP) que segundo a lei brasileira, o Código Florestal brasileiro (Lei nº 14.285/2021), proíbe a construção de qualquer instalação a menos de 15 metros desde o curso de água. Esse critério eliminou boa parte das moradias na comunidade.

Para determinar os melhores locais para instalar os TEVap foi necessário solicitar a perícia técnica, onde foram abordadas a análise dos resultados dos relatórios técnicos de Análise Multicritérios (trabalho cartográfico) e do Questionário Socioambiental (trabalho de campo), ratificado pela identificação em campo das moradias selecionadas nos documentos anteriores.

O estudo cartográfico de georreferenciamento e análise multicritério da área do projeto na comunidade Izidora, foi desenvolvido pela Profa. Elaine Vieira. Sanitária. Esse trabalho na área de análise multicritério foi baseado no processamento de imagens satélites e de drone e foi fundamental na escolha das casas que tinham maiores condições para a implantação dos TEVaps nos córregos em estudo. Assim, nessa fase do trabalho, dois dos principais critérios de análise foram: (a) declividade do terreno e (b)

se as casas estavam inseridas dentro das áreas de proteção permanente (APP). Ambos os critérios são excludentes na escolha das referidas casas (Fig. 4).

O critério técnico relacionado ao nível de declividade do terreno mostraria que locais apresentam melhores condições para realizar os trabalhos de escavação e instalação dos TEVap. Lugares planos facilitariam o trabalho da retroescavadeira para construir os tanques.

A determinação da localização das moradias em relação às APPs determina de forma excludente que moradias poderiam ser beneficiadas e quais não receberiam o benefício. Ambos os critérios foram determinados usando imagens de drone, localizando as casas que estiveram fora das APP e com grau de inclinação menor, além de verificar se a moradia tinha facilidade de acesso da retroescavadeira para realizar a escavação do tanque.

O estudo de campo foi realizado pela equipe composta pela Engenheira Sanitarista Ana Raquel Texeira Resende, doutora na área de saneamento; o cientista social Alysson Armondes da Costa, especialista em assuntos socioambientais; e o Eng. Alberto Sáenz-Isla, doutor em ecologia aquática. O trabalho dessa equipe consistiu em visitar e identificar todas as casas existentes nos córregos em estudo no projeto Izidora, registrando localização geográfica (UTM), logradouro, número de habitantes, idades, sexo, que tipo de tratamento de esgoto possuía, se deseja ou não a implantação do TEVap na moradia, etc.

De posse de todas as informações, foram selecionados os domicílios com famílias entre três e seis moradores, localizados fora da área de APP e de áreas de alagamento. O trabalho de campo visou checar e verificar os resultados da análise multicritério da Profa Dra. Eliane Vieira.

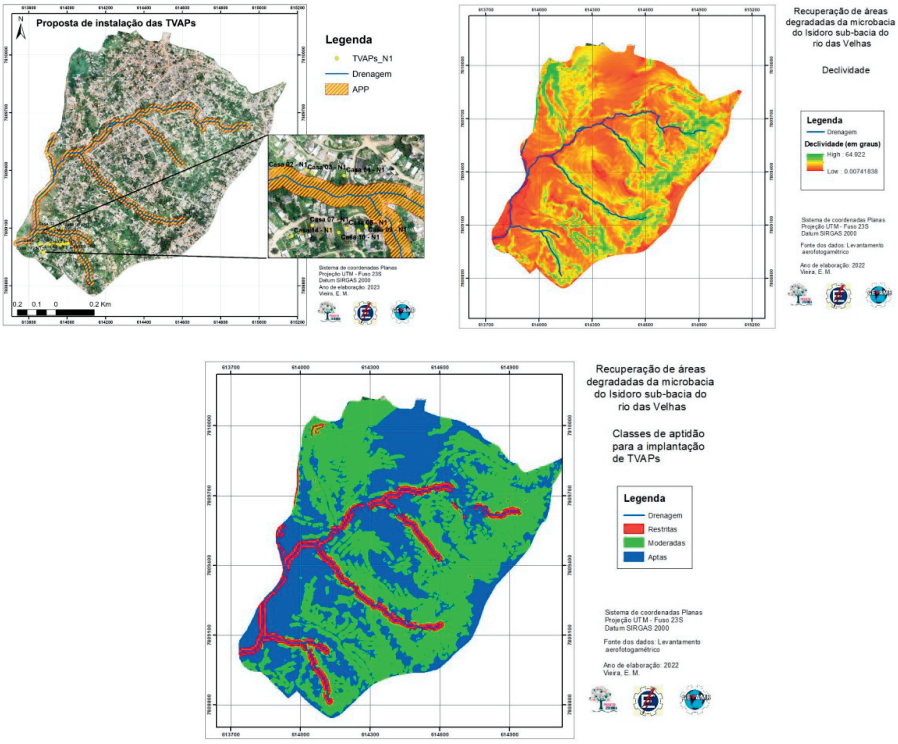


Fig. 4- Mapas temáticos mostrando a Análise Multicritério realizado para determinar a localização das moradias a serem beneficiadas com a instalação das unidades TEVap no córrego da Baixada (N-1) na Comunidade Vitória. Fonte: Projeto Izidora. Mapas elaborados pela Eng. Eliane Vieira e a empresa Dharma.

Unificando ambos os trabalhos de perícia técnica, foi determinado que: nove moradias localizadas no córrego N1 e outras nove moradias no córrego N3-B estão localizadas em áreas aptas para a implantação dos TEVaps. Nos córregos N2 e N3-A, existiram duas e uma moradia, respetivamente em áreas aptas para a implantação dos TEVaps.

Seguindo o critério de que as casas beneficiadas deveriam estar agrupadas em um maior número dentro de um mesmo córrego em estudo, passamos a descartar as localizadas nos córregos N2 e N3-A já que essas áreas apresentavam poucas moradias onde seria viável a instalação dos TEVaps. É importante destacar que o objetivo principal

dessa parte do projeto é o determinar se a instalação dos TEVap melhora de fato a qualidade da água dos córregos.

O quarto e mais importante dos critérios estabelece a condicionante de que as unidades seriam instaladas em um domicílio apenas no caso dos seus moradores manifestarem a concordância em receber os TEVap no quintal das suas casas.

Outra questão importante, refere-se ao fato de que muitas moradias dentro do córrego N3-A não apresentavam condições para o ingresso da retroescavadeira, uma vez que o terreno é em geral extremadamente duro para escarvar manualmente. Dessa forma, as casas com topografia acidentada também foram descartadas.

Assim foram determinadas, inicialmente nove moradias no córrego N1 (córrego da Baixada) para serem beneficiadas com a instalação dos TEVap. Posteriormente, foi realizada uma segunda visita nessas moradias e foram encontradas outras moradias de pessoas que no momento da primeira visita não se encontravam presentes em casa nesse momento.

Finalmente, após a contratação da empresa MAIS AMBIENTE, foi novamente feita uma análise em conjunto, usando os dados fornecidos pelo Projeto Izidora e buscando uma definição final de quais moradias seriam de fato beneficiadas. Dessa forma, foi determinado em conjunto pela equipe do projeto Izidora e pela empresa contratada que doze moradias poderiam ser beneficiadas com a instalação de uma unidade TEVap. Optou-se por concentrar todas essas unidades no córrego da Baixada (N-1) que faz parte do Projeto Izidora (Fig. 5). Todas as casas escolhidas estão localizadas nas margens do córrego N-1, entre os pontos de monitoramento da qualidade de água (P-10 e P-12).

PROJETO IZIDORA

PLANILHA DE CAMPO

CONFIRMAÇÃO DAS RESIDÊNCIAS

RUA DA FELICIDADE

Data: 01 /08 /23

Casa 04 – N1 Coordenadas: Latitude 19.810732° Longitude 43.911789°

Nome do Responsável: Renata Santos de Oliveira (31)99284-0841

Nº. residência: 15 Nº. de moradores: 5

Referência: Casa de esquina em frente à horta

Máquina entra facilmente? [X] Sim [ ] Não

Precisa de alguma intervenção prévia para o acesso da máquina? [ ] Sim [X] Não

Descreva: Construir a TEVAP rente à casinha de cachorro (alvenaria)

Morador autoriza o início imediato das obras? [X] Sim [ ] Não

Fig. 5 – Verificação da localização das moradias selecionadas pela Análise Multicritério e a confirmação da aceitação dos proprietários para a instalação das unidades TEVap. Fonte: Empresa Mais Ambiente.

B) Dimensionamento e escavação dos tanques

No presente caso, adotou-se o volume útil de 2 m³ de tanque para cada morador. Muitos estudos técnicos sugerem que esse volume tem se mostrado suficiente para que o sistema funcione sem extravasamentos, calculando uma média de 4 adultos por moradia (vide os cálculos da EMATER acima). A forma de dimensionamento da fossa é: largura de 2 metros e profundidade de 1 metro e 4 metros de comprimento (Fig. 6). A escavação dos 12 tanques foi realizada com retroescavadeira e os acabamentos foram executados por uma equipe de três funcionários treinados.

Fig. 6- Construção da fossa dos TEVap (2 x 1 x 4 metros) usando uma retroescavadeira. Fonte: MAIS AMBIENTE.

C) Técnica de construção

O método mais indicado de construção do fundo é o ferrocimento. A escolha da alvenaria para paredes parcialmente expostas é devida à sua melhor resistência nas condições dos terrenos apresentados na Comunidade Vitória, sendo lotes de topografia irregulares, alguns bem inclinados e cuja perfuração para que o TEVap se finalizasse ao nível do solo ficaria inviável. Em todas os TEVap, após a escavação dos tanques, iniciou-se o processo construtivo acertando os barrancos manualmente e retirando possíveis imperfeições.

Em seguida, iniciou-se com a concretagem de fundo (Fig. 7) e posteriormente o levantamento das paredes de alvenaria (Fig. 8). Ressalta-se aqui, que a escolha pelas

paredes de alvenaria se dá por estas apresentarem melhor resistência nas condições dos terrenos apresentados, sendo lotes de topografia irregulares, alguns bem inclinados e cuja perfuração para que o TEVap se finalizasse ao nível do solo ficaria inviável. Em todas os TEVap instaladas as paredes internas são rebocadas com massa forte e aditivo de impermeabilizante (Fig. 9), o que garante que não haverá qualquer saída de efluente do sistema e tampouco, a transferência de umidade da parte interior dos tanques para fora.

Fig. 7 - Vista da concretagem de fundo da fossa de um TEVap na rua Carolina de Jesus, Comunidade Vitória – Projeto Izidora. Fonte: MAIS AMBIENTE.

Fig. 8 - Vista da construção das paredes de alvenaria da fossa de um TEVap na rua Felicidade, Comunidade Vitória – Projeto Izidora. Fonte: MAIS AMBIENTE.

Fig. 9 - Vista das paredes da fossa de um TEVap sendo rebocadas com massa forte e aditivo de impermeabilizante na rua Carolina de Jesus, Comunidade Vitória – Projeto Izidora. Fonte: MAIS AMBIENTE

D) Câmara Anaeróbia

Após a finalização da impermeabilização das paredes e fundo dos tanques iniciou-se a montagem do TEVap, primeiramente com a câmara de pneus, parte importantíssima para que o sistema funcione corretamente, pois aqui irá se criar o processo de decomposição da matéria orgânica que chegará no sistema desde o vaso sanitário, precisando estar em perfeitas condições para a proliferação das bactérias anaeróbicas.

A câmara anaeróbica, é composta por um túnel de pneus usados (Fig. 10). Na parte externa dos pneus, até sua altura (45 cm aproximadamente). Colocou-se uma camada de cacos de tijolos e telhas e/ou entulho de construção. Essa camada cria um ambiente com espaço livre para a água e beneficia a proliferação de bactérias que quebrarão os sólidos em moléculas de nutrientes. A tubulação de entrada de esgoto foi posicionada dentro dessa câmara.

Fig. 10 - Instalação da câmara anaeróbia (câmara de pneus). Fonte: MAIS AMBIENTE.

E) Preenchimento dos TEVap

Após a montagem da câmara anaeróbica de pneus, iniciou-se o processo de preenchimento dos TEVap's, primeiramente com o recobrimento de fundo com entulhos preferencialmente de material cerâmico ou pedras-de-mão. Nos TEVap do Projeto Izidora, utilizou-se as pedras limpas já que a maior parte de material encontrado na região estava misturado com outros materiais de menor granulometria, lixo orgânico e era ninho de animais peçonhentos, o que prejudicaria a eficiência dos tanques ou

poderia pôr em risco a saúde dos operários. Por esse motivo foi decidido usar pedras de mão para a montagem da primeira camada de material para realizar a segunda etapa da fermentação do esgoto.

Logo em seguida, utilizou-se telas conhecidas como “tela mosquiteiro” que cumprem perfeitamente a função de evitar que a camada de agregados de menor granulometria se misture com as camadas subjacentes (Fig. 11).

Um tubo de inspeção ou piezómetro (50 mm de diâmetro), penetrando a câmara de pneus foi também instalado. Na saída do tanque, foi colocado um tubo de drenagem de 50 mm de diâmetro, 10 cm abaixo da superfície do solo, para o caso de eventuais extravasamentos do tanque (Fig. 11).

Fig. 11 - Preenchimento do TEVap com pedra de mão, instalação do piezômetro e da tela mosquiteiro. Fonte: MAIS AMBIENTE.

Após a construção da câmara anaeróbia, foram colocadas sequencialmente as camadas de brita (10 cm), areia (10 cm) e solo (35 cm) até o limite superior do tanque (Fig. 12, 13 e 14). Essa sequência assegura o processo de capilaridade, permitindo que

a água, já livre da contaminação dos esgotos suba de baixo para cima, através das camadas de brita, areia e solo, chegando assim até as raízes das plantas.

Fig. 12 – Adição da camada de brita no TEVap da Cozinha Comunitária como parte da oficina demonstrativa. Fonte: própria.

Fig. 13 – Adição da camada de areia no TEVap da Cozinha Comunitária como parte da oficina demonstrativa. Fonte: própria.

Fig. 14 – Adição da camada de solo orgânico no TEVap da Cozinha Comunitária como parte da oficina demonstrativa. Fonte: própria

F) Plantio das bananeiras

Para finalizar a instalação dos TEVap, foi realizado o plantio de bananeiras e a adição de esterco de cavalo para adubar o solo e assim favorecer o crescimento das plantas até que o sistema comece a gerar os próprios nutrientes (Fig. 15).

Os lados externos dos TEVap que ficaram expostos (fora da terra) por causa de declividade do terreno foram rebocados com massa forte para evitar a deteriorização das paredes de alvenaria por ação das chuvas.

Fig. 15 - Vista do plantio de bananeiras nos TEVap instaladas. Observa-se que o lado externo das paredes foi rebocado. Fonte: MAIS AMBIENTE.

G) Proteção de extravasamento

Como o TEVap não tem tampa, para evitar o alagamento pela chuva, a superfície do solo do tanque deve ser abaulada, mais alta no centro, acima do nível da borda. Todas as folhas que caem das plantas e as aparas de gramas e podas são colocadas sobre o tanque para formar um colchão por onde a água da chuva escorre para fora do sistema. Para evitar o escoamento superficial da água da chuva para dentro do sistema, a fossa conta com uma mureta (parte superior das pareces da fossa) e que fica mais alta que o nível do terreno, impedindo que a água proveniente do terreno escorra para o interior do tanque. O extravasamento do esgoto é um evento pouco provável devido ao dimensionamento do sistema.

Materiais para construção dos TEVap

A seguir, na Tabela 1, se listam a relação de materiais necessários para construir os doze TEVaps para 5 pessoas.

Tab. 1 - Relação de serviços e insumos para construção do TEVap. Fonte MAIS AMBIENTE.

Descrição serviços e insumos	Unid.	Quant. Total
RETROESCAVADEIRA	CHP	12
AREIA MEDIA	M^3	0,28
PEDRA BRITADA N. 1 (9,5 a 19 MM)	M^3	2,60
PEDRA DE MAO OU PEDRA RACHAO PARA ARRIMO	M^3	3,70
CIMENTO PORTLAND POZOLANICO CP IV-32	Kg	400,00
TIJOLO CERAMICO MACICO APARENTE *6 X 12 X 24* CM (L X A X C)	UN	224,00
LUVA DE CORRER, PVC, DN 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	1,00
ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS	Lt	11,50
TUBO COLETOR DE ESGOTO PVC, JEI, DN 100 MM (NBR 7362)	Mt	4,50
JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 90 GRAUS, DN 100 MM, PARA ESGOTO	UN	2
TAMPAO / CAP, ROSCA MACHO, DN 1"	UN	2
CURVA PVC LONGA 90 GRAUS, DN 50 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	1
TE SANITARIO DE REDUCAO, PVC, DN 100 X 50 MM	UN	1
TELA FACHADEIRA EM POLIETILENO, ROLO DE 3 X 100 M (L X C)	M^2	94
COLA BRANCA BASE PVA	Kg	1
LUVA SIMPLES, PVC, SOLDAVEL, DN 100 MM	UN	1
JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 45 GRAUS, DN 50 MM - ESGOTO	UN	1
JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 45 GRAUS, DN 100 MM - ESGOTO	UN	1
TE DE REDUCAO COM ROSCA, PVC, 90 GRAUS, 3/4 X 1/2" - ÁGUA	UN	1
CAP OU TAMPAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 1/2"	UN	12
MANTA GEOTEXTIL TECIDO DE LAMINETES DE POLIPROPILENO	M^2	1
PLANTIO DE ÁRVORE ORNAMENTAL	UN	2
CAMINHÃO BASCULANTE 10 M^3	Hr	9

*CHP = Custos Horário Produtivo

Oficina demonstrativa para instalação do TEVap na Comunidade Vitória

Foi realizada, no sábado, dia 29 de setembro de 2023, na parte da manhã, na cozinha comunitária, a segunda oficina sobre a instalação dos Tanques de Evapotranspiração (TEVap's) voltada para os moradores da comunidade sendo aberta ao público. A mobilização foi realizada por meio de contatos telefônicos, presencialmente e ainda com a divulgação em grupos dos moradores.

Estiveram presentes moradores contemplados com o sistema, moradores vizinhos, estudantes da UFMG, representantes da Mais Ambiente, da RMPC entre outras. A oficina foi ministrada pelos engenheiros Sanitaristas e Ambientais Alvânio Ricardo Neiva Júnior e Elielder Pereira da Silva, ambos da equipe da Mais Ambiente.

A oficina foi considerada bem-sucedida, embora houvesse a expectativa de um maior número de pessoas. Ela cumpriu o seu papel de informar, gerar conhecimento sobre o sistema de tratamento através dos Tanques de Evapotranspiração e formar multiplicadores desta alternativa ecológica para o tratamento do efluente sanitário, com uma experiência prática construtiva do Tanque de Evapotranspiração (TEVap).

Na ocasião foi gravado e posteriormente editado um vídeo da atividade. Este se encontra disponível no link: https://1drv.ms/v/s!Augi_Ii5awKSgrlzRY7ILvX-JW1rtA?e=TLP1Xa. Na semana seguinte à realização da oficina, foi realizada e ligação do sistema à cozinha comunitária, estando esta, adaptada e operar normalmente.

As Fig.s abaixo (Figs. 16 e 17) ilustram diversos momentos da oficina demonstrativa de instalação do TEVap, com presença de moradores e de convidados. O evento foi realizado no quintal da Cozinha comunitária da Comunidade Vitória, no dia 29 de setembro de 2023.

Fig. 16 A - Vista do tanque rebocado e impermeabilizado pronto para ser preenchido na atividade socioambiental na presença de moradores e convidados. Fonte: MAIS AMBIENTE

Fig. 16 B - Vista dos materiais (insumos) necessários para o preenchimento do TEVap. Fonte: MAIS AMBIENTE.

Fig. 16 C-Explicação das etapas do preenchimento do TEVap por parte do pessoal da empresa MAIS AMBIENTE. Fonte: MAIS AMBIENTE.

Fig. 16 D -Moradores conferindo a colocação da primeira camada de pedra de mão com a tela mosquiteiro para logo preencher com uma camada de areia. Fonte: MAIS AMBIENTE.

Fig. 16 – Algumas das etapas de adição de diferentes camadas em um TVAP cumpridas durante a atividade socioambiental realizada com os engenheiros da empresa contratada, moradores e convidados.

Fig. 17 A - Convidados (pesquisadores da área social) e representantes de ONGs presentes na atividade socioambiental. Fonte: RMPC.

Fig. 17 B – Eng. Alvânio Ricardo Neiva Júnior (Mais Ambiente) prestando explicações detalhadas sobre a montagem do TVap. Fonte: RMPC.

Fig. 17 C - Dona Claudia mostrando o TEVap instalado no quintal da sua casa na beira do córrego Macacos, junto a equipe da empresa MAIS AMBIENTE e do PROJETO IZIDORA. Fonte: MAIS AMBIENTE.

Fig. 17 D - Equipe responsável pela instalação do projeto e da redação desse capítulo: Ricardo Pinto-Coelho (coordenador Geral do Projeto Izidora) Elielder Pereira da Silva *(Mais Ambiente). Alberto Sáenz-Isla (Coordenador TEVap do Projeto Izidora) e* Alvânio Ricardo Neiva Júnior (Mais Ambiente). *Fonte: MAIS AMBIENTE e RMPC*.

Fig. 17 - Aspectos da atividade socioambiental de montagem de um TVAP perante moradores e convidados, na Ocupação Vitória.

Considerações finais

A instalação dos TEVap na Comunidade Vitória como parte da Projeto Izidora, ocorreu satisfatoriamente. Foram instaladas 12 unidades em moradias localizadas em ambas as margens do córrego da Baixada próximo da Horta Comunitária, nas ruas Felicidade e Carolina de Jesus. Esse número de casas corresponde a mais do 50% das moradias registradas no córrego N-1.

Espera-se que com a instalação dessas unidades o aporte de esgoto dessas casas seja eliminado e a qualidade da água nesse córrego melhore de modo sensível. A leitura dessa melhora pode ser realizada com o monitoramento da qualidade da água nos pontos P-12 e P-10 do projeto Izidora, localizados a montante e jusante (respetivamente) do conjunto dessas moradias.

Recomenda-se registrar periodicamente (cada 3 meses) a qualidade da água nesses pontos (P-12 e P-12) para determinar se a instalação dos TEVap teve efeito sobre essa água. Os parâmetros que p0odem ser avaliados são oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica. Parâmetros esses que podem ser registrados usando uma sonda multiparamétrica.

Agradecimentos

Todas as fases dessa pesquisa foram financiadas pelo Acordo de Cooperação Financeira, ACF 209/2021 do Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal. A coordenação geral de todas as fases desse trabalho foi feita pelo Dr. Ricardo Motta Pinto Coelho, diretor geral da RMPC- Meio Ambiente Sustentável.

Bibliografia

Alburquerque, U. P. e Gonçalves-Souza, T. 2022. Introdução ao antropoceno. – 1.ed. – Recife, PE: Nupeea, 2022. 106 p.; 15 x 21 cm.

Azevedo-Netto, J. M. 1992. Innovative and Low cost Technologies Utilized in Sewerage. Technical series n° 29. Environmental Health Program. Washington, D.C.

Brasil. 2023. Diagnóstico Temático: Serviços de Água e Esgoto/Gestão Técnica de Esgoto- ano de referência 2021. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. AGO/2023.

Cairus, H. F. Ares, águas e lugares. In: Cairus, H. F. & W.A RIBEIRO JR. 2005. Textos hipocráticos: o doente, o médico e a doença [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ. História e Saúde collection, pp. 91-129. ISBN 978-85-7541-375-3. Available from SciELO Books

Carneiro, M. A. 2018. Sistemas individuais alternativos de tratamento de esgoto sanitário. Universidade Federal da Paraiba, PPG Engenharia Civil e Ambiental. Dissertação. João Pessoa-PB. 76 pp.

Costa, J. M., Cruz, E. C., Lobato, E. M. 2020. Fossa de tanque evapotranspiração: uma solução sustentável e segura, para tratamento de águas negras no meio rural. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n.6, p.41602-41609 jun. 2020. ISSN 2525-8761. DOI:10.34117/bjdv6n6-630

EMATER. 2021. Tanque de evapotranspiração para o tratamento de efluentes do vaso sanitário domiciliar. Departamento Técnico-DETEC/EMATER-MG. Acesso 29/09/2021. DETEC_AmbientalTEVap_com_defluvio.pdf (emater.mg.gov.br)

Galbiati, A.F. 2009. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. 38 pp. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Campo Grande, MS.

Martino, J. 2017. 1348 - A Peste Negra. 1348 - A Peste Negra. ASIN: B073SGJK3R. Páginas: 95. Editora: Excalibur Editora

Mezzomo, V. 2019. Estudo comparativo entre os sistemas condominial e convencional do tipo separador absoluto de coleta de esgoto sanitário. 125 pp. TCC. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas hidráulicas, Curso de Engenharia Hídrica, Porto Alegre, RS-Brasil.

Mongeló, G. 2020. Ocupações humanas do Holoceno inicial e médio no sudoeste amazônico. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, 15(2), e20190079. doi: 10.1590/2178-2547-BGOELDI-2019-0079

Otterpohl, R., U. Braun & M. Oldenburg. 2003. Innovative technologies for Decentralized wastewater management in urban and peri-urban areas. Keynote presentation. Water Science Technology 48(11-12): 23-32. DOI:10.2166/wst.2004.0795

Sobrinho, P. A. e Tsutiya, M. T., 1996, Coleta e transporte de esgoto sanitário.

Cap. 9

"Estudo dos Indicadores de Qualidade do Solo para a Recuperação de Nascentes em Região do Cerrado Mineiro"

Autores:

Migliorini Mendes, R.S[1]; Scotti, M.R.M[2]

1 Professora Depto Botânica da UEMG, Bióloga pela PUC Minas com Mestrado e Doutorado em Biologia Vegetal/ UFMG

2 Professora Depto de Botânica do ICB/ UFMG. Bióloga/UFMG, Mestrado em Microbiologia do solo (UFMG), Doutorado em Biologia do solo (UFRJ) e Pós doutorado pela Universidade de Lisboa (Portugal) e Universidade de Salamanca (Espanha).

E-mail para correspondência: reisila.simone@uemg.br

Resumo:

Este estudo visou diagnosticar a causa da degradação de uma nascente em Conceição do Para e a progressão da sua recuperação em comparação com uma nascente que foi recuperada há 10 anos em Taquaruçu de Minas e que serviu como ponto de referência para a análise de diversos indicadores relacionados ao solo. A nascente de Taquaruçu de Minas inicialmente seca, apresentou uma vazão de 555 ml de água /s. Similarmente, a nascente de Conceição do Pará produziu 402 ml/s oito anos após recuperação. O principal indicador de estresse comprometendo a recuperação da nascente de Conceição do Para foi o excesso de micro porosidade e compactação decorrente da falta da vegetação comprometendo a drenagem e movimentação das águas da chuva e a insurgência da água do aquífero. Os resultados mostram que o plantio de espécies arbóreas em zoneamento foi eficiente em ambas as nascentes para recuperar os serviços ecossistêmicos da floresta ripária.

Abstract

This study aimed to identify the degradation factors and restoration progress of a headwater stream in Conceição do Pará, Minas Gerais, Brazil. For comparison, a successfully restored 10-year-old headwater in Taquaruçu de Minas City served as a reference site for soil quality indicators. While initially dry, the Taquaruçu de Minas headwater exhibited a restored flow rate of 555 ml/s. Similarly, the Conceição do Pará spring produced 402 ml/s after 8 years of restoration efforts. The study identified excess

micro-porosity and soil compaction as key indicators of stress hindering the Conceição do Pará spring's recovery. These issues, stemming from the lack of vegetation, impaired drainage, rainwater infiltration, and spring resurgence. The findings emphasize the crucial role of planting native woody species, carefully selected for ecosystem compatibility, in successfully restoring the essential services provided by riparian forests.

Palavras-chave: Pará de Minas, Taquaruçu de Minas, Cerrado, vazão de nascentes, recuperação de florestas ripárias.

Keywords: Cerrado, springs, flow rate, recovery of ripárian forests, spring restoration.

Introdução

A crise hídrica que estamos vivendo nos últimos anos traz sérias consequências econômicas e sociais. A falta de chuvas tem conduzido o Brasil e, em particular, a região Sudeste a uma situação difícil em vários campos, como na geração de energia elétrica, no abastecimento de água das cidades e na agricultura e pecuária. Sabemos que agricultura e pecuária são atividades econômicas essenciais na produção de alimentos, que têm em comum a necessidade de espaço físico e o suprimento de água. O desmatamento de extensas áreas de Cerrado, para suprir a falta de espaço nessas atividades e ampliar a fronteira agrícola, diminui drasticamente a quantidade de água infiltrada, retida e percolada no solo, aumentando o escoamento superficial (runoff), a lixiviação e, consequentemente, o assoreamento dos cursos hídricos (Indoria et al., 2020; Weeraratna, 2022).

A substituição da cobertura vegetal por pastagens rompe o elo entre a água do subsolo (subterrânea) e a atmosfera, exercido pelas raízes da vegetação freatófita arbórea comprometendo a disponibilidade desse recurso. As árvores possuem atributos funcionais como sistemas radiculares profundos, capacidade de fixação de carbono, tolerância à seca, capacidade de sombreamento e interação com a microbiota do solo, que as capacitam como engenheiras de ecossistemas. Elas capturam, redirecionam, estocam e liberam água em resposta aos estímulos ambientais e fisiológicos. O principal papel das espécies arbóreas no ciclo hídrico é a capacidade de evapotranspiração elevando o nível de água de um potencial mátrico de – 50 KPA em nível das raízes no

solo para – 20 000 KPA em nível das folhas ou atmosférico, movendo a água de um potencial com maior conteúdo para um nível com menor conteúdo de água. Este movimento da água exercido pela evapotranspiração estabelece um continuum solo-planta-atmosfera efetuado pelas espécies arbóreas especialmente nas florestas. Esta movimentação da água entre lençol freático e plantas assegura a força de ascensão capilar nos poros do solo e manutenção do próprio lençol freático (Brady and Weil, R.R., 2007). A formação de poros do solo depende da textura do solo, da presença das raízes e da formação de agregados (Bronik and Lal, 2005). A formação de agregados é controlada pela vegetação presente, seja através do sistema radicular que física e quimicamente estabiliza o solo, seja pelo *input* de biomassa vegetal que fornecem substrato para a microbiota decompositora responsável pela formação de ácidos húmicos (Gholami and Khaleghi, 2013).

O produto da decomposição das plantas lenhosas ricas em lignina é o ácido húmico, molécula responsável pela formação de agregados no solo (Stevenson, 1994; Six et al., 2002.). As substâncias húmicas, moléculas ricas em cargas negativas, estabelecem pontes iônicas entre si e entre argila e areia formando os complexos argilo-húmicos que são a unidade primária de agregação (Piccolo, 2002). A formação dessas pontes resulta na formação de microagraegados (<250 µm) e macroagregados (>250 µm) como descrito por Tisdall and Oades (1982) e Kimura et al. (2017). A formação de agregados, por sua vez, permite a formação de poros (macro e microporos) permitindo a aeração e permeabilidade. (Stevenson, 1994).

Um solo com bom estado de agregação funciona também como sequestrador de carbono, mitigando as mudanças climáticas (Zheng et al., 2016; Zhao et al., 2018; Mustafa et al., 2020). Portanto, podemos aumentar a disponibilidade de água doce na superfície terrestre através do manejo correto da vegetação das áreas de recarga hídrica, do entorno das nascentes e das matas ciliares (An *et al*., 2010; Barrela *et al*., 2001; David *et al*., 2013; Lowrence *et al*., 1997; Smith *et al*., 1998). Esta última, também chamada de floresta ripária, tem como função, entre outras, a preservação da biodiversidade e da qualidade da água no solo e no corpo hídrico, o controle da erosão das margens de rios e lagos, a produção de biomassa, além da manutenção da temperatura da água pelo sombreamento, o que assegura a vida aquática (Naiman e Decamps, 1997; Triska, 1993; Vidon *et al*., 2010; Welch, 1991).

Assim, a escolha da vegetação, bem como das intervenções numa área de floresta ripária, pode ser decisiva para o sucesso da recuperação e da qualidade dos afloramentos hídricos. A compreensão das atividades funcionais envolvidas nas regiões ripárias é condição para a eficácia da recuperação, pois os elementos envolvidos nesses processos são indicadores de excelência do sistema de floresta ripária tampão e da qualidade da água, assim como da proteção do corpo hídrico (Qiua e Dosskey, 2012).
A floresta ripária é um ecótono de transição do ecossistema terrestre com o aquático (Lowrance et al., 1997) a qual tem um papel pivotante no tamponamento e proteção de ambos os ecossistemas, especialmente nas inundações (Naiman and Decamps, 1997). A vegetação ripária estabiliza as margens; reduz erosão (Naiman and Decamps, 1997); intercepta carreamentos superficiais e água de nascente assim como fluxos hídricos superficiais e profundos (Lowrance et al., 1997; Anbumozhi et al., 2005). Baseado nas diversas funções das florestas ripárias, foi possível perceber e entender a presença de zonas funcionais naturais (Welsch, 1991) as quais são prerrogativas para sua recuperação e seu manejo adequado (Best Management Practice – BMP). De acordo com US Natural Resources Conservation Service (NRCS), um Sistema ripário tampão consiste em 3 zonas funcionais, além da zona hiporéica assegurando os serviços ecossistêmicos de estabilização e drenagem do solo sob inundação e sob pressão antrópica de diferentes usos nos solos circunvizinhos. Em concordância com NRCS, diferentes autores categorizaram as zonas ripárias como zonas funcionais (Welsch, 1991; Lowrance et al., 1997; Sheridan et al., 1999; Schultz et al., 2004) como segue:

1- Zona hiporéica que conecta as águas terrestres e aquáticas profundas em um fluxo bidirecional.

2- Zona I, área adjacente ao curso de água cuja função é estabilizar as margens e conectar a água superficial com o lençol freático tendo como principais características uma arquitetura de raízes mais profundas e ser adaptadas a elevados níveis de umidade. Esta vegetação desempenha um papel de contenção física e química das margens e auxilia também no tamponamento, filtrando sedimentos e moléculas químicas. Essa zona deve ter grande estabilidade física e capacidade de drenagem para receber tanto o fluxo superficial como profundo oriundo da zona 2, assim como aquele oriundo da água de inundação.

3- Zona II, que é a zona subsequente à Zona I onde as espécies presentes são produtoras de biomassa vegetal, capazes de assegurar drenagem e estabilização impedindo erosão superficial e profunda. O serviço ambiental de percolação da água ocorre predominantemente nessa zona em função da grande produção de poros no solo promovida pela agregação do solo que por sua é responsável pela estabilização do mesmo. Por isso, a principal característica das espécies dominantes deve ser a habilidade em produzir biomassa vegetal, substrato para a formação da matéria orgânica do solo ou matéria orgânica húmica. Em consequência da formação de ácidos húmicos é também nesta Zona que ocorre a função do tamponamento ou contenção dos sedimentos, das erosões laminares e profundas e o maior sequestro de carbono e de poluentes. Nutrientes responsáveis pela eutrofização de lagos e rios tais como nitratos, metais pesados e poluentes químicos são especialmente tratados nessa zona devido a ação quelante matéria orgânica húmica (Weissteiner et al., 2013).

4- Zona III, a última zona, é a faixa mais distante da margem e constitui a primeira barreira de proteção para o corpo hídrico, fazendo interface com outros tipos de uso do solo como agrícola, pastagem, urbano etc. Assim, terá o papel de reduzir a velocidade do fluxo de águas superficiais e o arraste de sedimentos. O material originado de áreas altas que chega à zona ripária é filtrado através dos agregados formados nas diferentes zonas funcionais, protegendo o ecossistema aquático do excesso de nutrientes e poluentes, assim como dos sedimentos (Kreutzweiser e Capell, 2001; Vidon *et al*., 2010) que podem alterar a estrutura alimentar do sistema aquático pela capacidade de troca catiônica dos ácidos húmicos (Kuglerova et al., 2014) e pelo significante sequestro de carbono no solo ripário (Pan et al., 2011).

O objetivo deste estudo de caso foi realizar um diagnóstico do impacto e avaliar a progressão da recuperação de uma nascente que se encontrava em estágio inicial de reabilitação, em comparação com uma nascente que foi recuperada há 10 anos e que serviu como ponto de referência para a análise de diversos indicadores relacionados ao solo. Esses indicadores incluíram análises texturais e de fertilidade do solo, conteúdo de água no solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, bem como fatores de armazenamento de água no solo, como umidade do solo, água superficial do solo, macroporosidade e microporosidade. Além disso, foram investigados fatores relacionados à fertilidade e à estrutura do solo, que têm impacto na drenagem e na

infiltração, juntamente com a descarga de água, que foi avaliada por meio do volume aparente de vazão.

2- Material e métodos

Localização e descrição do impacto ambiental

2.1- Área experimental 1 – Taquaraçu de Minas (TM) – Nascente recuperada

O estudo foi realizado na fazenda do sr. José Maria Pinto, localizada no município de Taquaraçu de Minas, na bacia do rio Taquaraçu. Situada a 728 metros de altitude nas coordenadas geográficas: Latitude: 19° 39' 49'' Sul Longitude: 43° 41' 29'' Oeste (Fig. 1A). O município se estende por 329,2 km² e contava com 3 792 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 11,5 habitantes por km² no território do município.

A área de estudo em TM apresentava duas nascentes em área de pastagem intensiva as quais eram usadas para dessedentação de animais e para abastecimento familiar. As nascentes foram degradadas pelo pisoteio de animais até a perda total da água sob forte processo erosivo (Fig. 1B). Após contenção do processo erosivo com enrocamento (Fig. 1C) foi feito o plantio de espécies selecionadas através do sistema de zoneamento (Fig. 1D). Após 10 anos de plantio com retorno da produção de água pelas nascentes (Fig. 1E-F) foi feita a coleta de amostras de solo para as análises abaixo mencionadas visando utilizá-las como referência para diagnostico da degradação da área experimental 2

2.2 Área experimental 2 – Conceição do Pará (CP) Nascente degradada

O estudo foi realizado na Fazenda São João, localizada na comunidade de São João de Cima, pertencente ao município de Conceição do Pará, Minas Gerais. A fazenda localiza-se à margem esquerda do rio São João, um afluente do rio Pará nas coordenadas geográficas 44° 50' 12.95" de longitude Oeste de Greenwich e 19º45' 01.75" de latitude Sul, com altitude de 677 metros (Fig. 1G). As médias anuais da região de precipitação são de 1300 mm, as temperaturas variam entre 35ºC e 15ºC e a umidade relativa do ar média é de 68%. O tipo de clima, segundo Köppen, é Cwa, caracterizado como temperado chuvoso (mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso). A temperatura do mês mais frio é inferior a 18º e do mês mais quente superior a 22º C. O mês mais seco tem precipitação inferior à décima parte da precipitação do mês mais chuvoso. O solo original

é um Latossolo vermelho amarelo distrófico de textura argilosa, horizonte A moderado, relevo ondulado sob vegetação de cerrado e floresta subperenifolia. Segundo relatos a área antes de ser submetida a pastagem intensiva apresentava nascentes difusas. O experimento foi desenvolvido em área de pastagem, composta por vegetação de *Brachiaria sp* de aproximadamente 1,5 hectare. A área abrange um topo de morro, uma encosta, uma nascente difusa e um brejo, onde se registrou um declínio na produção de água ao longo dos últimos anos. A primeira ação foi tentar delimitar a área de nascente difusa e para tanto foi feita medição da umidade superficial do solo utilizando um sensor de umidade analógico portátil modelo MUS60-TR, marca Tracom por este ser um método de medição instantânea e confiável. O aparelho utilizado foi modelo MUS60-TR, marca Tracom. Desta forma foi possível estimar a área de trabalho (Fig. 1H) .

2.3 Delineamento experimental do plantio na CP

Uma vez estabelecida a área de trabalho e considerando que o afloramento de água estaria em toda área, ajustamos o modelo de plantio em zonas tendo em mente que a zona Z_o, na área de afloramento de água deveria ser composta por espécies freatófitas que chamamos de Zona Zero (Z0). Inicialmente, a introdução de espécies arbóreas era essencial para restabelecimento do *continuum-solo-planta-atmosfera* e estabilização do lençol freático. Após este serviço ecossistêmico ser atingido, o excesso de água iria constituir uma pressão seletiva sobre as espécies arbóreas das zonas 1, 2 e 3, as quais deveriam entrar em declínio. Para tanto, a área foi dividida em quatro zonas (Fig. 1-I) no entorno da zona estimada para afloramento da água: Z0, mais próxima da nascente com 10 m a partir do ponto de afloramento; Z1 com 14 m, Z2 com 13 m e Z3 com 10 m (Fig.1-H). Foram coletadas amostras de solo e realizadas medições do percentual de umidade superficial do solo em cinco pontos aleatórios dentro de cada zona. A área do brejo, apesar de cercada, não foi plantada e sua vegetação foi mantida intacta. A área total de plantio foi de aproximadamente, 1,4 hectare e foram plantadas 1.710 mudas de espécies variadas.

2.4 Ações iniciais em CP

A área foi cercada com o objetivo de impedir a entrada dos animais da fazenda (gado e cavalos) e, por conseguinte, o pisoteio e a compactação do solo. Após o cercamento, procedemos uma roçada mecanizada, com roçadeira costal a gasolina e

manual usando foice. O controle químico das formigas foi necessário e feito com o uso de iscas granuladas nos buracos encontrados. Esses procedimentos visaram reduzir ao máximo a vegetação invasora e a herbivoria, preparando a área para o plantio das mudas. As espécies foram selecionadas de acordo com registros de levantamento florístico da região, suas funções ecológicas das zonas 1 e 2 e adaptação a condição de umidade do solo (Fig. 1J-K).

2.5 Estudo dos indicadores de degradação da nascente na CP

Os parâmetros analisados foram: teor de umidade do solo, conteúdo de água no solo: Peso fresco/Peso seco x 100, vazão da água, fertilidade físico-química do solo pós-plantio, porosidade total, microporosidade, macroporosidade e densidade do pós-plantio.

2.5.1 Coleta das amostras de solo

Após delimitação das zonas estabelecidas na época da recuperação (Z1, Z2 e Z3), coletamos amostras de solo (n=3) em cinco pontos aleatórios dentro de cada zona. As amostras coletadas foram submetidas a diferentes análises.

2.5.2 Análise física em amostras indeformadas de solo

Nos locais estudados (TM e CP) foram coletadas três amostras indeformadas, com anel de Kopecky ou anel volumétrico com capacidade de 50 cm^3, nas quatro zonas determinadas anteriormente de cada área de estudo e enviadas para análise dos atributos físicos, segundo o manual de métodos de análises de solo da Embrapa (1997).

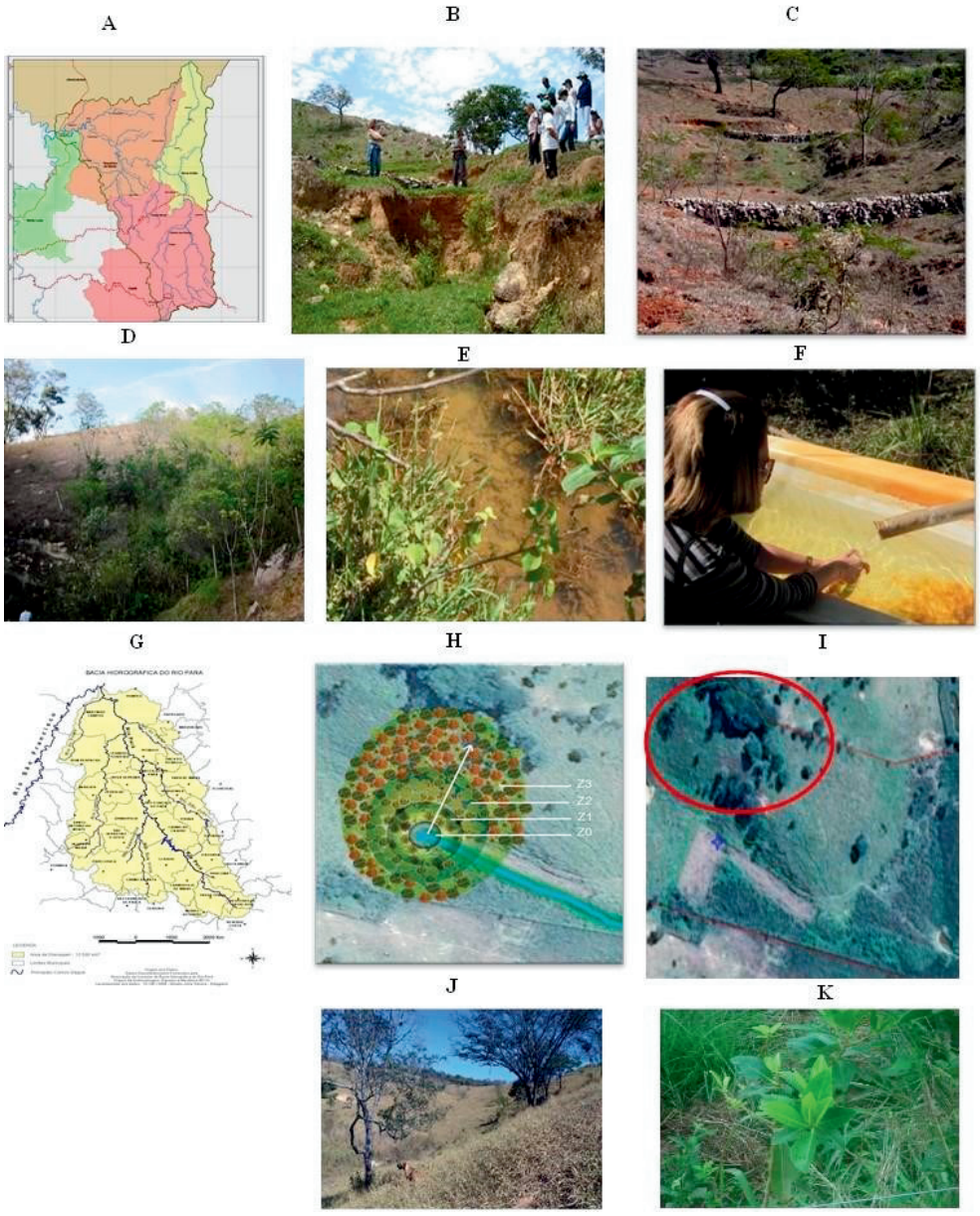


Fig. 1 - A: Mapa de localização de Taquaruçu de Minas (TM), **B**: Area degradada da nascente em TM, **C:** Barreiras de contenção de sedimentos em TM, **D:** Plantio de mata ripária em zoneamento no entorno da nascente em TM**, E** e **F**: Recuperação da nascente em TM. **G:** Mapa Localização Conceição do Pará (CP) **H**: Modelo de plantio adotado em CP, I: Área de localização da nascente em CP com elevado nível de umidade **J e K:** Área de Plantio em zoneamento em CP.

2.5.3- Densidade aparente

É a relação entre a massa da amostra de solo e seu volume total, incluindo os espaços porosos. No laboratório, essas amostras foram, cuidadosamente secas em temperatura controlada para remover a umidade. Em seguida, a massa da amostra seca é medida com precisão e, finalmente, o volume é obtido dividindo a massa pelo valor da densidade do solo. A densidade aparente é expressa em g/cm^3 ou kg/m^3.

2.5.4- Porosidade total

É a proporção dos espaços vazios (poros) presentes no solo em relação ao volume total da amostra. Para determinar a porosidade total, o volume de ar (espaços porosos) e o volume de sólidos são medidos separadamente. Em seguida, a porosidade total é calculada subtraindo o volume de sólidos do volume total da amostra e dividindo pelo volume total da amostra.

2.5.5- Macro e microporosidade

A macroporosidade é a porcentagem de espaços porosos maiores no solo, permitindo a rápida infiltração de água e a aeração do solo. A microporosidade, por outro lado, é a porcentagem de espaços porosos menores, que retêm água por mais tempo e são importantes para a disponibilidade de água para as plantas. A separação entre macroporosidade e microporosidade é feita através de técnicas de imersão e saturação em água para encher completamente os poros. Após a saturação, a amostra é submetida a uma série de procedimentos, como secagem controlada, para determinar os volumes de macroporos e microporos. A diferença entre a porosidade total e a macroporosidade é usada para calcular a microporosidade.

2.5.6- Análises em amostra deformada de solo

Nos locais estudados (TM e CP) foram coletadas três amostras deformadas para análise dos atributos químicos, nas quatro zonas determinadas anteriormente de cada área de estudo. As amostras foram coletadas em embalagens impermeáveis, seladas com nó e fita adesiva a fim de evitar perdas de água por evaporação. No laboratório ocorreu a pesagem de uma massa úmida conhecida e, em seguida, o material foi

colocado para secar em estufa a 105ºC, até o peso constante. O material então foi novamente pesado, obtendo-se a massa seca. As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com Embrapa (1997).

2.5.7- Análise textural / Granulometria

Baseia-se na sedimentação das partículas que compõem o solo. Após a adição de um dispersante químico, fixa-se um tempo único para a determinação da densidade da suspensão que se admite ser a concentração total de argila. As frações grosseiras (areias fina e grossa) são separadas por tamisação e pesadas. O silte é obtido por diferença (Embrapa, 1979).

2.5.8- Análises químicas

Foram coletadas três amostras de cada área nas quatro zonas com uma cavadeira articulada (boca de lobo). Cada amostra foi composta por uma mistura de três subamostras colhidas em cada bloco/zona. As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas impermeáveis, transportadas para o laboratório de recuperação de áreas degradadas ICB/UFMG, onde foram pesadas e separadas para serem enviadas para análise. Os atributos químicos avaliados foram os teores dos principais minerais (Fósforo, Potássio, Magnésio, Cálcio, Alumínio), teor de matéria orgânica (MO) e a capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7 e a saturação por bases. As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com Embrapa (1997).

2.5.9 Volume de vazão

A medição do volume da vazão de água na nascente antes e após as ações de restauração permite comparar os resultados e determinar se houve um aumento na quantidade de água fluindo na nascente. As medidas de vazão também permitem avaliar o impacto das práticas de manejo implementadas na pastagem circundante à nascente.

As vazões foram quantificadas a partir da coleta de água em recipiente com escala milimétrica e cronômetro e expressas em ml/s.

3- Resultados

3.1- Amostras indeformadas

As amostras oriundas do solo indeformado retratam a condição exata do solo no momento da coleta. Analisando os parâmetros do solo relacionados com a dinâmica da água, observa-se que a área CP (solo indeformado) apresenta os mais baixos índices de porosidade total e macroporosidade (Fig. 2), assim como água gravitacional, conteúdo de água do solo e umidade total (Fig. 3) em relação à TM. Porém, CP apresentou um excesso de microporosidade e consequentemente uma maior densidade sugerindo se tratar de um solo compactado com deficiência na percolação. Este pode ser o fator impediente do afloramento da nascente, explicando também a pouca umidade de água gravitacional e conteúdo de água do solo, registrados no CP.

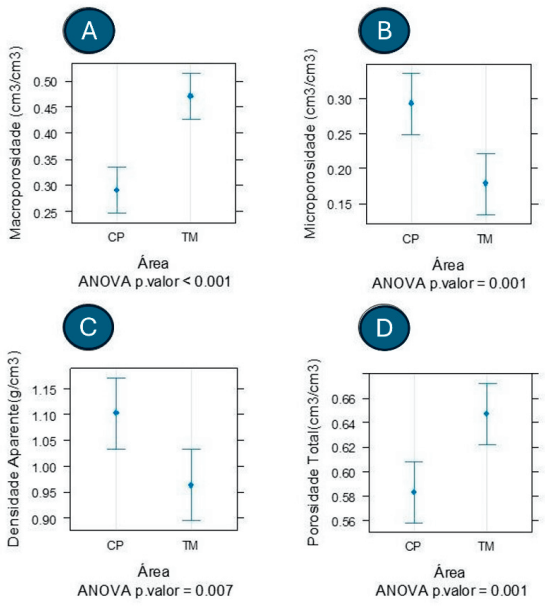


Fig. 2 – Amostras indeformadas de solo. A – macroporosidade; B – microporosidade; C – densidade aparente; D – porosidade total estimada pela ANOVA. Intervalo de 95% de confiança para as médias das respectivas variáveis nas áreas TM e CP.

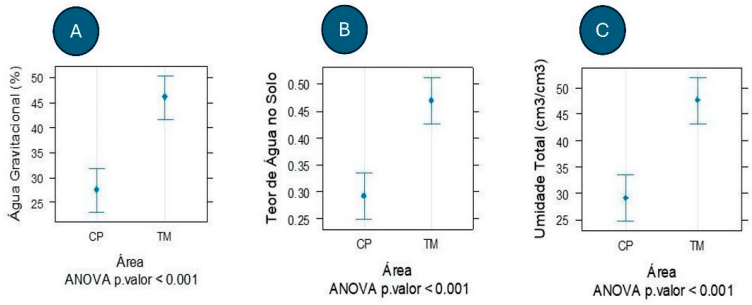


Fig. 3 – Análise de densidade aparente (BulkD),=. A- água gravitacional (GravWat). B- água no solo (SoilWatPor) e C - umidade total (TotMoi), estimada pela ANOVA. Intervalo de 95% de confiança para as médias das respectivas variáveis nas áreas TM e C.

3.2 - Amostras deformadas

Em relação aos resultados oriundos da amostra deformada, também o conteúdo de água do solo foi significativamente menor em CP, mas a umidade superficial foi similar em ambas as áreas, o que fala a favor do comprometimento da drenagem em CP prejudicando a percolação da água em profundidade (Fig. 4).

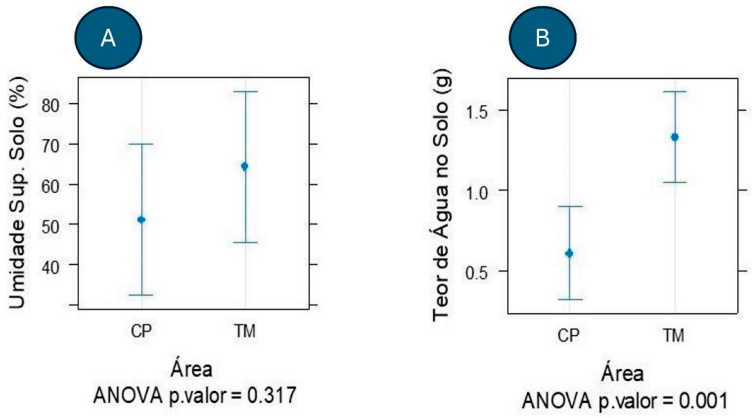


Fig. 4 – Análise de água superficial e teor de água no solo. A – umidade superficial do solo; B – teor de água no solo, estimada pela ANOVA. Intervalo de 95% de confiança para as médias das respectivas variáveis nas áreas TM e CP.

O excesso de microporosidade e densidade elevada podem estar correlacionado com o baixo conteúdo de matéria orgânica da área. Realmente, a CP apresenta uma menor fertilidade em relação à TM, estimada pelo conteúdo de MO, e saturação de bases (Tabela 1). A área CP apresentou também deficiência significativa de nutrientes (P, Ca, Mg e K), acompanhada por baixa CTC e baixa saturação de bases (Tabela 1).

Tab. 1 – Análises físico-químicas do solo e comparação entre as duas áreas CP e TM

Variáveis	Médias	Comparação p
Sand (g/kg)	CP 526,25	**0,014**
	TM 416,50	
Clay (g/kg)	CP 228,67	0,82
	TM 234,33	
Silt (g/kg)	CP 245,17	0,82
	TM 348,50	
pH (H2O)	CP 5,18	**0,011**
	TM 5,76	
MO (g/dm³)	CP 33,84	**0,026**
	TM 44,39	
P (mg/dm³)	CP 6,63	**0,003**
	TM 2,24	
K (cmol/dm³)	CP 49,00	0,65
	TM 46,75	
Ca (cmol/dm³)	CP 0,98	**0,006**
	TM 3,96	
Mg (cmol/dm³)	CP 0,56	**0,003**
	TM 2,93	
AL (cmol/dm³)	CP 0,83	0,284
	TM 0,46	
BS (cmol/dm³)	CP 1,63	**0.002**
	TM 6,89	
CTC (cmol/dm³)	CP 8,97	**0,008**
	TM 14,68	
Saturação de Base (%)	CP 18,15	**0,005**
	TM 42,23	

Volume de vazão de água

Os resultados da medição da vazão de água na nascente antes e apenas 12 meses após as ações de restauração determinaram um aumento na quantidade de água fluindo na nascente de CP após o plantio em zoneamento.

Tab. 2 – Vazão da nascente nas áreas de estudo no tempo inicial e pós-plantio.

	T0	**T 12 meses**	**T > 8 anos**
TM	0 mL/s	2,4 mL/s	555 mL/s
CP	0,081 mL/s	0,11 mL/s	402 mL/s

Legenda: TM aos 12 meses e 10 anos pós-plantio e CP 12 meses pós-plantio inverno e verão.

Os resultados da análise de PCA (Fig. 5) mostraram que todos os parâmetros analisados conjuntamente explicaram 84,22% dos resultados relacionados com a efetividade da nascente, sendo que PC1 (porosidade, macroporosidade, silte, argila, densidade do solo, água gravitacional, conteúdo de água do solo, umidade do solo total, umidade superficial do solo, conteúdo de água do solo) explicaram 37,5% da variância e dos resultados relacionados com TM e PC 2 (Matéria Orgânica (MO), Capacidade de Troca Catiônica (CEC), Soma de Bases (BS) , pH, cálcio e microporosidade) explicaram 23,2% dos resultados de CP .

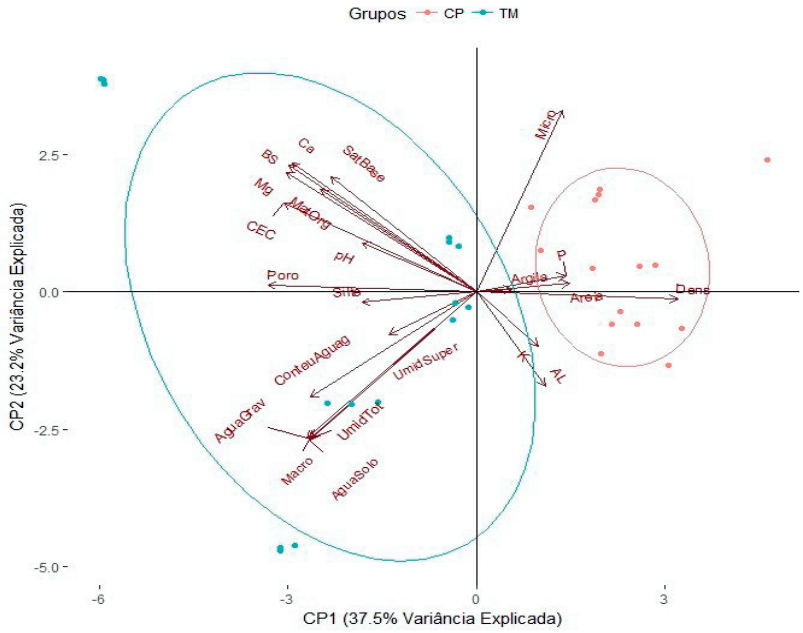


Fig. 5 – PCA 1 Análise de componentes principais (PCA 2) e gráfico de dispersão com base na média das variáveis estudadas de TM e CP. Poro: Porosidade total, Macro: Macroporosidade, Micro: Microporosidade, Umi: umidade total, ÁguaGrav: água gravitacional, ConteÁgua: conteúdo de água no solo, Umidsuper: Umidade superficial, BS: soma de bases, CEC: capacidade de troca catiônica.

Quando foram comparadas as áreas de estudo sob os efeitos do zoneamento (zonas tampão) (Fig. 6) as amostras TM Z0 e Z1 se agruparam sob a influência de todos os parâmetros relacionadas com a água solo (macroporosidade, microporosidade, porosidade total, água gravitacional, conteúdo de água do solo, umidade do solo total, umidade superficial do solo). Entretanto, as amostras TM Z2 e Z3 estão sob influência dos parâmetros de fertilidade como CEC e MO. Estes resultados evidenciam que a vegetação na área de referência TM está cumprindo suas funções ecossistêmicas previstas no sistema de zoneamento. As amostras da área degradada (CP) foram fortemente influenciadas pela microporosidade e densidade, fatores estes que parecem não permitir o afloramento das nascentes. As amostras de solo de CP Z0 foram especialmente afetadas pela microporosidade.

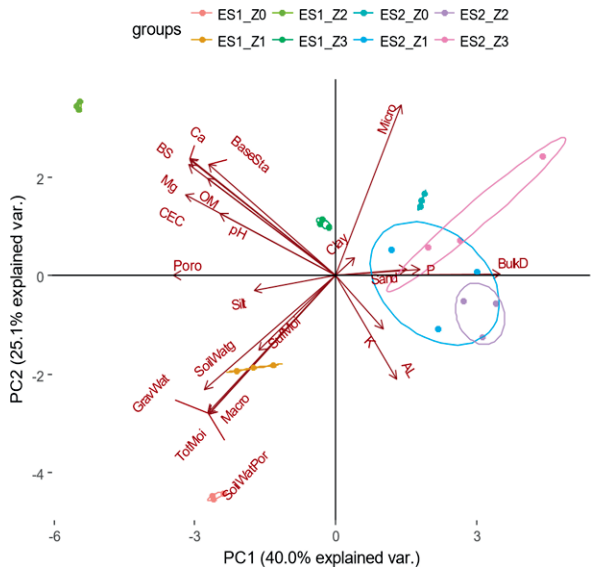


Fig. 6 – Análise de componentes principais (PCA 2) e gráfico de dispersão com base na média das variáveis estudadas em cada zona de TM (ES1) e CP (ES2). Poro: Porosidade total, Macro: Macroporosidade, Micro: Microporosidade, Umi: umidade total, ÁguaGrav: água gravitacional, Umidsuper: Umidade superficial, BS: soma de bases, CEC: capacidade de troca catiônica.

Discussão

O principal indicador de estresse de qualidade ambiental relacionado com a água no solo foi a elevada microporosidade decorrente da falta da vegetação produtora de biomassa, leia-se matéria orgânica húmica. A microporosidade de CP revelou que água não se distribuiu adequadamente ao longo dos poros comprometendo a infiltração, resultando em níveis deficitários de infiltração da água gravitacional nos macroporos e no comprometimento da drenagem prejudicando tanto a insurgência da água do aquífero. como também a infiltração das águas da chuva.

Essa baixa distribuição da água no solo da área CP está também relacionada com a deficiência de macroporos o que favoreceu o aumento da densidade do solo, especialmente quando comparados com os resultados de TM, confirmando a drenagem deficitária do solo CP. Este diagnóstico conduz à necessidade de melhorar os índices de macroporos com o plantio de espécies lenhosas com um sistema radicular

profundo capaz de não só promover o *continuum* da água no solo, mas também de aumentar a porosidade do solo.

O conteúdo de MO do solo é fator essencial para a recuperação de uma nascente, pois é determinante para assegurar a formação de poros por meio da agregação do solo (An *et al*, 2010; Tivet et al., 2013; Kimura e Scotti, 2016) resultante da incorporação ao solo de biomassa vegetal lignificada e formação de ácido húmico que estabelecem ligações com a argila (Welsch, 1991; Lowrance, 1997; Naiman e Decamps, 1997; Triska *et al*., 1999; Shultz *et al*., 2004; Kimura et al. , 2017).

A compactação do solo em CP confirmada pela alta densidade e pela elevada microporosidade constitui impedimento mecânico para o crescimento de raízes e pode ser usada como indicadora de degradação da estrutura do solo. Em particular, a formação de agregados promovida pelo aporte de MO e, consequente, formação de ácidos húmicos poderiam modificar a quantidade e o tamanho dos poros (macro e microporosidade), garantindo a aeração e a drenagem do solo (Stevenson, 1994). Considerando que o conteúdo de argila foi similar entre as áreas, o déficit nutricional da área CP pode ser atribuído ao baixo conteúdo de matéria orgânica desses solos contrastando com a área de referência encontrada em TM cuja fertilidade pode ser atribuída à matéria orgânica proveniente do *litter* da vegetação estabelecida.

O equilíbrio entre macro e microporos de um solo é condição para que ocorram aeração e drenagem (Six *et al*., 2000; Eynard *et al*., 2004; Tivet *et al*., 2013; Kimura e Scotti, 2016). Essas características do solo são imutáveis, pois dependem de sua composição textural. Porém, esses atributos podem ser melhorados com o uso de técnicas adequadas de recuperação de áreas degradadas. Por meio da incorporação ao solo de uma matéria orgânica qualitativa e quantitativamente adequada, é possível modificar o índice de agregação do solo e equilibrar sua porosidade contribuindo para aumentar a macroporosidade de um solo compactado e resultando em melhoria da drenagem, como na área TM.

As medidas de vazão de água ao longo de um processo de recuperação de nascente degradada são essenciais para avaliar os resultados e a eficácia das ações tomadas durante o processo de restauração. Essas medições fornecem dados concretos e quantitativos sobre a evolução do processo de recuperação. O aumento da quantidade de água cerca de 24 meses após o plantio pode revelar que a nascente está sendo

recuperada e ajudam a monitorar o progresso ao longo do tempo e avaliar a eficácia das ações de restauração. Essa abordagem mais precisa e direcionada visa garantir que os esforços empregados resultem em benefícios concretos para o meio ambiente e para a disponibilidade de recursos hídricos na região.

Os resultados do PCA mostram que os principais parâmetros relacionados com o conteúdo de água na área TM foram relacionados com água gravitacional, umidade total, conteúdo de água do solo e macroporosidade, constituindo os indicadores da efetividade da nascente. Na área CP, a deficiência em matéria orgânica e o excesso de microporos constituem os principais indicadores da deficiente disponibilidade de água (Fig. 5). Porém, o aumento da vazão em apenas 12 meses da recuperação sugere a melhoria desejada. A evolução desses indicadores precisa de monitoramento.

Em conclusão, o principal indicador de estresse de qualidade ambiental relacionado com a água no solo foi a elevada microporosidade decorrente da falta da vegetação produtora de biomassa, leia-se matéria orgânica húmica. A microporosidade da CP resultou no comprometimento da drenagem e prejudicou a infiltração das águas da chuva e a insurgência da água do aquífero.

As espécies selecionadas para plantio em cada zona tampão em Taquaraçu de Minas se mostraram adequadas para o restabelecimento dos atributos do solo relacionados à dinâmica da água no solo, sendo que nas zonas Z0 e Z1, mais próximas ao lençol freático, as espécies plantadas desempenharam um papel fundamental na recuperação dos serviços ecossistêmicos de equilíbrio entre macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade aparente, água gravitacional, conteúdo de água do solo, umidade total e umidade superficial do solo, o que garantiu o afloramento da água e seu escoamento superficial. Nas zonas Z2 e Z3, cujas funções são infiltração e percolação da água, as espécies plantadas favoreceram as características: fertilidade e matéria orgânica.

O plantio em zoneamento com espécies adequadas se define como estratégia indicada para recuperar os serviços ecossistêmicos de ressurgência e funcionalidade da nascente, como verificado em TM. Com base nos parâmetros estudados, podemos concluir que a restauração em Conceição do Pará (CP) parece estar evoluindo em direção à nascente recuperada TM.

Agradecimentos

Agradecemos ao Fundo Socioambiental - FSA da Caixa Econômica Federal -CEF. Acordo de Cooperação Financeira 209/2021 e ao Prof. Marcio B. Baptista (*In memorian*).

Bibliografia

Anbumozhi, V., J. Raddhakrishnan J. & E. Yamaji. 2005. Impact of ripárian buffer zones on water quality and associated management considerations. Ecological Engineering, 24(5): 517-523.

An S., A. Mentler, H. Mayer & W.E.H. Blum. 2010. Soil aggregation. aggregate stability. organic carbon and nitrogen in different soil aggregate fractions under forest and shrub vegetation on the Loess Plateau China. Catena, 81: 226–233.

Barrela, W.; M. Petrere Jr., W. S. Smith, L.F. Montag. 2001. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: Rodrigues, R.R. & H.F. Leitão Filho (Eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, FAPESP, p. 187-207.

Brady, N.C. & R.R. Weil, R. R. 2007. The Nature and Properties of Soil, fourteenth ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Bronik, C.J. & R. Lal, R., 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma 124:3–22.

David, T.S., C.A. Pinto, N. Nadezhdina, N., C.K. Besson, M.O. Henriques, T.Quilhó, J. Cermak, J.S. Pereira, M.M. Chaves & J.S David. 2013. Root functioning, tree water use and hydraulic redistribution. In: *Quercus suber* trees: A modelling approach based on root sap flow. Forest Ecology and Management.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1979. Manual de métodos de análise de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1979. 212 p. Documentos.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro. 212 p.

Eynard, A., T.E. Schumacher, M. J. Lindstrom & D.D. Malo. 2004. Porosity, and pore-size distribution in cultivated Ustolls and Usterts. Soil Science Society of American Journal, 68: p.

Gholami, V. & M.R. Khalegui. 2013. The Impact of Vegetation on the Bank Erosion (Case Study: The Haraz River). Soil e Water Research, 8: 158–164.

Indoria, A. K., K.L. Sharma & K.S. Reddy. 2020. Hydraulic properties of soil under warming climate. Climate Change and Soil Interactions, 473–508. doi:10.1016/b978-0-12-818032-7.00018-7.

Kimura, A.C. & M.R. Scotti. 2016. Soil aggregation and arbuscular mycorrhizal fungi as indicators of slope rehabilitation in the São Francisco River basin (Brazil). SoilWater Res. 11:114-123.

Kimura, A., M.B. Baptista & M.R. Scotti. 2017. Soil humic acid and aggregation as restoration indicators of a seasonally flooded riparian forest under buffer zone system. Ecological Engineering, 98, 146-156.

Kreutzweiser, D. P. & S.S. Capell. 2001. Fine sediment deposition in streams after selective forest harvesting without riparian buffers. Canadian Journal of Forest Research, 31(12):2134-2142.

Kuglerová L. E. Jansson, A. Ågren, H. Laudon & B. Malm-Renöfält. 2014. Groundwater discharge creates hotspots of riparian plant species richness in a boreal forest stream network. Ecology, 95(3): 715-725.

Lowrance, R. et al. 1997. Water quality functions of riparian forest buffers in Chesapeake Bay watersheds. Environmental Management, 21(5):687-712.

Mustafa, A. X. Minggang, S.A.A Shah, M.M. Abrar, S. Nan, W. Baoren & A. Núñezdelgado .2020. Soil aggregation and soil aggregate stability regulate organic carbon and nitrogen storage in a red soil of southern China. Journal of Environmental Management, 270, 110894.

Naiman, R. J. & E.C. Anderson. 1997.. Streams and rivers: their physical and biological variability. In: SCHOONMAKER, P.K.; VON HAGEN, B.; WOLF, E.C. (Ed). The Rain Forests of Home: Profile of a North American Bioregion. Washington (DC): Island Press.

Piccolo, A. & J.S.C. Mbagwu. 1994. Humic substances and surfactants effects on the stability of two tropical soils. Soil Science Society of American Journal, 58:950-955.

Qiua, Z & M. G. Dosskey. 2012. Multiple function benefit: Cost comparison of conservation buffer placement strategies. Landscape and Urban Planning, 107(2):89-99.

Shultz, I., T. M. Isonhart, W.W. Simpkins, & J.P. Colletti. 2004.Ripárian Forest buffers in agroecosystems–lessons learned from the Bear Creek Watershed, central Iowa, USA. Agroforestry Systems, New York, 61(1-3):35-50.

Six, J. et al. 2000. Soil structure and organic matter I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate associated carbon. Soil Science Society of America Journal, 64(2):681-689.

Smith, S.D., D.A. Devitt, A. Sala, J.R. Cleverly JR & D.E. Busch. 1998. Water relations of riparian plants from warm desert regions. Wetlands, n. 18, p. 687–696.

Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. New York: John Wiley & Sons.

Tisdall, J.M. 1996. Formation of soil aggregates and accumulation of soil organic matter. In: Carter, M.R., Stewart, B.A. (Eds.), Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils. CRCn Press, Boca Raton, FL, pp. 57–96.

Tivet, F., J.C.M. Sá, R. Lal, P.R. Borszowskei, S.J.B. Santos, A. Farias, G. Eurich G. D.C. Hartman, M.S. Nadolny, Jr. & L. Seguy. 2013. L. Aggregate C depletion by lowing and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in subtropical and tropical regions of Brazil. Soil Tillage.

Triska, F.J., J.H. Duff & R.J. Avanzino. 1993. Patterns of hydrological exchange and nutrient transformation in the hyporheic zone of a gravel-bottom stream: examining terrestrial aquatic linkages. Freshwater Biology, 29:259-274.

Vidon, P., C. Allan, D. Burns, T.P. Duval, N. Gurwick, S. Inamdar & S. Sebestyen. 2010.. Hot spots and hot moments in riparian zones: potential for improved water quality management 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 46(2): 278-298.

Weeraratna, S. 2022. Factors Causing Land Degradation. In: Understanding Land Degradation. SpringerBriefs in Geography. Springer, Cham.

Weissteiner, C.J., F. Bouraoui & A. Aloe. 2013.Reduction of nitrogen and phosphorus loads to European rivers by riparian buffer zones. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 408(8):1-15.

Welsh, D. J. 1991. Riparian Forest buffers: function and design for protection and enhancement of water resources. US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area, State & Private Forestry, Forest Resources Management.

Zhao, Y., M. Wang, S. HU, X. Zhang, Z. Ouyang, G. Zhang & X. Shi. 2018. Economics and policy-driven organic carbon input enhancement dominates soil organic carbon accumulation in Chinese croplands. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(16): 4045-4050.

Zheng, W., E. K. Morris, A. Lehmann & M.C. Rillig. 2016. Interplay of soil water repellency, soil aggregation and organic carbon. A meta-analysis. Geoderma, 283:39-47.

CAP. 10

“Recuperación Ambiental de Ríos Urbanos: Río Medellín. Medellín – Colombia”

Autor:

Juan Carlos Jaramillo-Londoño[1]

(1) Biólogo Ph. D. en Biología. Profesor Titular. Grupo de Investigaciones y Mediciones Ambientales (GEMA). Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín. AA 1983. Medellín, Colombia.

E-mail para correspondência: jcjaramillo@udemedellin.edu.co

RESUMEN

Los ríos han permitido el desarrollo urbanístico de muchas ciudades, gracias al establecimiento de industrias y viviendas en sus riberas, pero esta situación ha producido un deterioro de su cauce y de las zonas verdes aledañas, convirtiéndolas en zonas de alto riesgo para las poblaciones allí asentadas. En los últimos años se han propuesto programas para recuperar los cauces de estos ríos, no solo desde el punto de vista estético y ecológico, mejorando la calidad del água y convirtiendo estas fuentes en ejes integradores de desarrollo, vinculando su paisaje armónicamente con la cuidad.

ABSTRACT

While rivers have allowed for the urban development of many cities, thanks to the establishment of industries and homes on their banks, the riverbeds and surrounding green spaces have deteriorated, turning them into high-risk areas for the populations settled there. In recent years, programs have been proposed to recover the channels of these rivers, not only from an aesthetic and ecological point of view, improving water quality and converting these sources into integrating axes of development, linking their landscape harmoniously with the city.

PALABRAS CLAVE: calidad del agua, manejo de ríos, restauración ambiental, ríos urbanos, urbanización

KEYWORDS: *water quality, river management, environmental restoration, urban rivers, urbanization.*

El desarrollo urbano en muchas ciudades no ha dado el suficiente valor a los ríos que las atraviesan, ni se ha integrado de forma armónica a las dinámicas de estos ecosistemas, convirtiéndolos en focos de contaminación, depósito final de gran cantidad de desechos, fuente de enfermedades y causa de severas inundaciones.

Durante el Siglo XX, el manejo de los ríos estuvo directamente asociado con su tamaño, mientras que los grandes ríos fueron considerados ejes para el desarrollo y la modernización mediante la construcción de estructuras hidráulicas para captar la mayor cantidad de agua para las actividades humanas, los pequeños fueron percibidos como elementos indeseables del paisaje urbano y utilizados como drenaje de las viviendas asentadas en las riberas, a los que era necesario entubarlos y conducir sus aguas lo más lejos posible de la ciudad para evitar problemas de salud pública (White, 1995; Tucci, 2012). En ambos casos se producen alteraciones del régimen hídrico de los ríos.

En nuestra ciudad, el río Medellín, es el afluente más importante de la región, debido a que, a su paso a través del denominado Valle de Aburrá, permitió el desarrollo urbanístico y la instalación de viviendas e industrias que representaron progreso para la ciudad, pero a su vez produjeron el deterioro de su cauce y las zonas verdes que lo acompañaban, la desestabilización de sus taludes, el daño de las márgenes de su lecho, de los sistemas bióticos y de la calidad del agua (Jurado, 2020). Esta afectación se produce por la ocupación de su cauce y sus zonas de inundación de una manera no controlada (una práctica común en muchas ciudades), y las zonas aledañas a las quebradas pasan de ser, zonas naturalmente inundables pertenecientes a la corriente, a zonas de riesgo para la población que ha invadido algún cauce natural (Zapata et al., 2011).

En las últimas décadas han surgido iniciativas que promueven la restauración integral de los ríos, que no solo se limitan a una intervención cosmética del cauce mediante el mejoramiento de la calidad del agua, sino que también pretenden recuperar las funciones ecosistémicas y el régimen hídrico natural (Bernhardt & Palmer, 2007; Findlay & Taylor, 2006).

La rehabilitación de ríos puede ayudar, no solo a revertir la degradación urbana - mejorando el comportamiento ambiental de la ciudad y su resiliencia frente a desastres naturales - sino también como un mecanismo de recuperación de las fuentes hídricas;

de regeneración de zonas ambientalmente degradadas y para mejorar la calidad del agua (Terraza et al., 2015).

En años más recientes, y ante el notable deterioro ambiental, varias ciudades han puesto de nuevo la mirada en sus ríos como ejes integradores de desarrollo, hacerlos más resilientes y sostenibles y vinculando su paisaje de manera armónica con la ciudad (Silva-Sánchez & Jacobi, 2012).

Es claro que pese a que estos procesos de intervención son muy ambiciosos para las ciudades (debido a que requieren mucho presupuesto y tiempo para su implementación), es posible lograrlos con una cuidadosa planificación pública, la participación de la ciudadanía, la voluntad política y la colaboración del sector privado en la región.

El caso del Río Medellín

Medellín es la capital del departamento de Antioquia, una ciudad de 2,5 millones de habitantes y que hace parte de lo que se conoce como el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la cual está conformada por 10 municipios que albergan una población de cerca de 4 millones de habitantes (Fig. 1)

Fig.1 - Panorámica de Medellín. Fuente: https://es.m.wikipedia.org/

Esta región se ha destacado por su gran desarrollo industrial y en los últimos años un acelerado crecimiento poblacional que ha generado el deterioro notable de la cuenca

del río Medellín, que es la fuente que atraviesa el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

El río Medellín (Aburrá) es la corriente hidrográfica de mayor importancia en el valle de su mismo nombre, que lo recorre en sentido sur – norte, nace en el Alto de San Miguel, a 2660 msnm, al sur de la ciudad de Medellín, divide la ciudad en dos partes y es su drenaje natural, y después de recorrer unos 105 km vierte sus aguas en el Río Grande (Fig. 2)

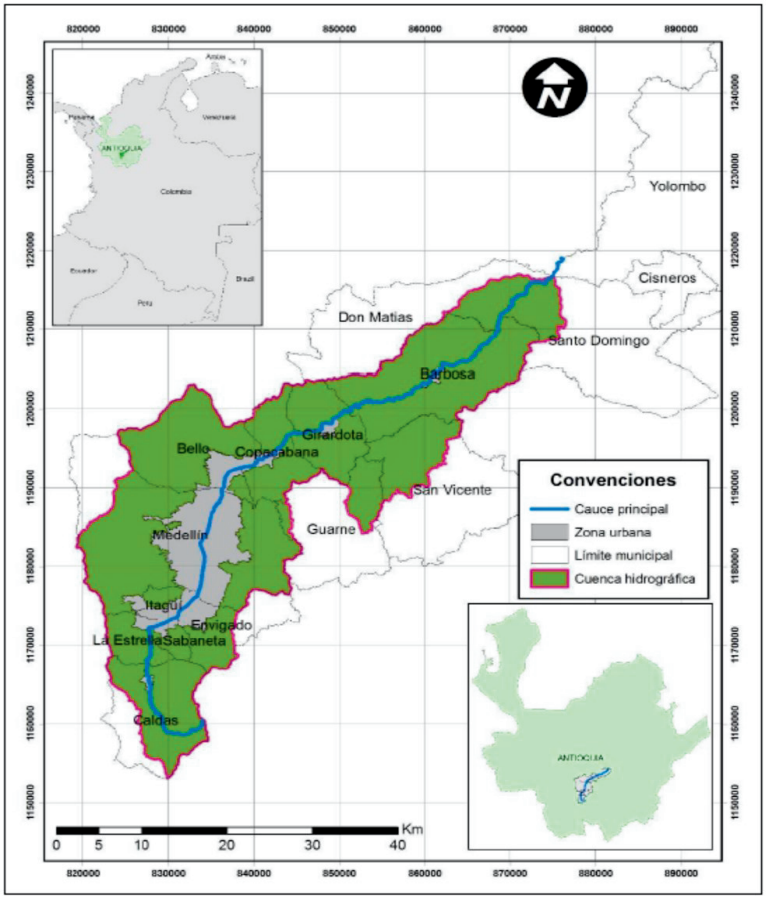


Fig. 2 - Ubicación de la cuenca del río Medellín. Fuente: RedRío-Área Metropolitana del Valle de Aburrá (https://www.metropol.gov.co)

Una vez, este río de aguas cristalinas, abandona su nacimiento comienza a sufrir una enorme transformación, que prácticamente lo vuelve irreconocible a causa de la contaminación sistemática y constante que recibe a lo largo de todo su recorrido.

Betancur (2012) menciona que entre 1950 y 1960, se rectificó el curso del río y se canalizó en un trayecto aproximado de 30 km de longitud entre los municipios de la Estrella y Copacabana y se construyeron 2 avenidas a lado y lado del cauce del río (Fig. 3), por esa época, todas las aguas residuales de la ciudad eran vertidas directamente al río Medellín o a sus quebradas afluentes, pero en los años 60, las Empresas Públicas de Medellín, comenzaron un estructurar ambicioso programa de saneamiento de la principal fuente hídrica de la ciudad, para ello era necesario la construcción de sistemas de recolección de todas las aguas residuales (tanto aquellas que eran vertidas a las quebradas afluentes como a las que se vertían directamente a río), y el diseño de unas plantas para el tratamiento de dichas aguas antes de ser vertidas al río Medellín (Empresas Públicas de Medellín, 1956).

Fig. 3 - Canalización del Río Medellín. Fuente: León Francisco Ruiz Flórez, Archivo fotográfico Biblioteca Pública Piloto de Medellín.

En el año 1973 la Universidad Nacional de Colombia presentó los resultados de un estudio sobre el estado de contaminación del río Medellín, en el que seleccionaron

16 estaciones de muestreo desde el nacimiento hasta su confluencia. La Fig. 4 muestra la variación en la concentración de oxígeno disuelto a lo largo del recorrido.

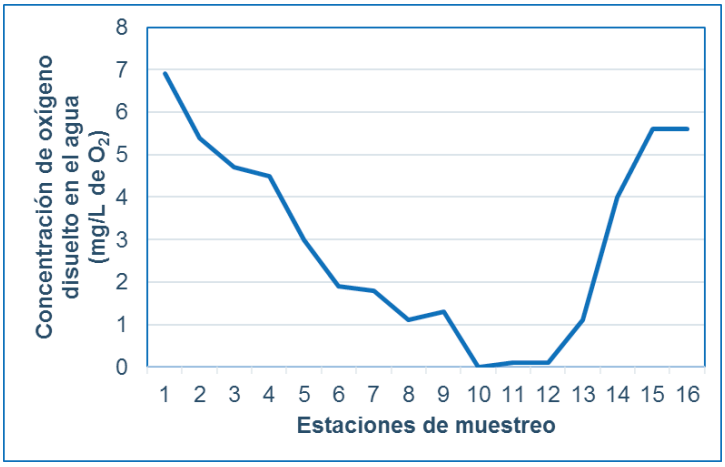


Fig. 4 - Variación de la concentración de oxígeno disuelto en 16 estaciones de muestreo del río Medellín en el año 1972. Adaptado de: Estudio de la contaminación del río Medellín. Universidad Nacional de Colombia. 1973.

La ciudad continúa su crecimiento y el río Medellín cada vez se encuentra en un estado de mayor contaminación, en el año 1983, Mattias y Moreno, realizan otro estudio en la cuenca y en ella evalúan algunas variables fisicoquímicas y biológicas en 8 estaciones a lo largo del río, con resultados muy similares a los obtenidos en años anteriores, 7 de las estaciones corresponden a las estaciones 2, 3, 4, 9, 11, 13, y 15 del estudio realizado 10 años antes por la Universidad Nacional, la Fig. 5 muestra el comportamiento del oxígeno disuelto en dicho monitoreo.

Fig. 5 - Variación del oxígeno disuelto en 7 estaciones de monitoreo del río Medellín en el año 1983. Adaptado de: Mattias & Moreno (1983).

En 1992 entra en escena el Instituto Mi Río, como una entidad pública encargada de cuidar y proteger esta fuente hídrica y desde ese momento comienzan a realizar estudios para establecer la calidad del agua del río y trabajos en pro de la recuperación de este. Inicialmente el Instituto compra los predios de la cuenca alta del río Medellín (cerca de 750Ha) e inicia un programa de restauración y recuperación del bosque en la zona donde nace el río, adicionalmente selecciona 14 estaciones fijas de monitoreo a lo largo de toda la cuenca en las que periódicamente se toman muestras para análisis fisicoquímico e hidrobiológico (macroinvertebrados acuáticos y peces) con el objeto de establecer la calidad del agua de la cuenca. El primer monitoreo se realizó en 1994, la Fig. 6 muestra el comportamiento de la concentración del oxígeno disuelto a lo largo de toda la cuenca para aquella época.

Fig. 6 - Variación del oxígeno disuelto en el río Medellín durante el monitoreo realizado en el año 1994. Adaptado de: Perfil Ambiental del río Medellín. (Instituto Mi Río, 1994).

En el año 1993 entra en funcionamiento la central hidroeléctrica La Tasajera, la cual, después del proceso de generación, vierte sus aguas al río Medellín y con sus 40 m^3/seg prácticamente duplica el caudal del río a partir de ese punto, contribuyendo notoriamente con la dilución de los contaminantes que el río lleva y mejorando ligeramente la calidad de sus aguas (Fig. 7).

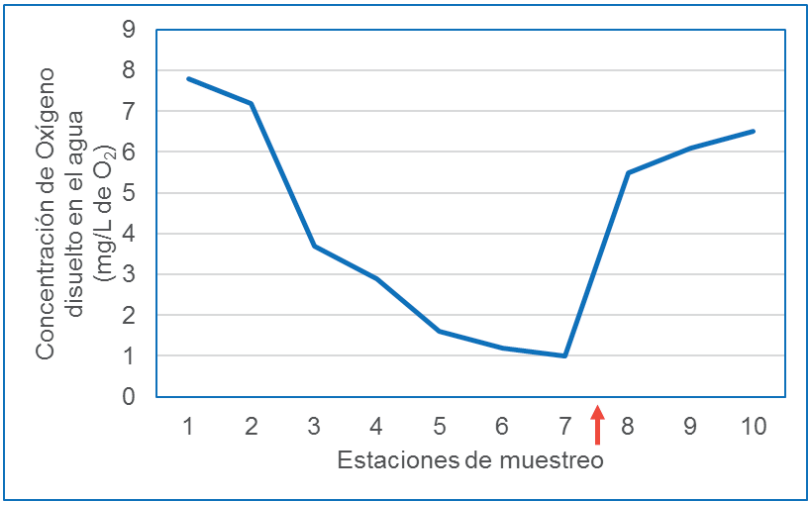


Fig. 7 - Variación del oxígeno disuelto en el río Medellín durante el monitoreo realizado en el año 1994. La flecha roja marca el punto de la descarga de la Central La Tasajera. Adaptado de: Aspecto Biológico y Fisicoquímico del Río Medellín (Instituto Mi Río, 1994).

En el año 1997 se publican los resultados de un estudio entre los que se destaca la elaboración del primer mapa de calidad biológica del río Medellín (Fig. 8) en dicho mapa puede apreciarse como en la parte alta de la cuenca el río se encuentra en buenas condiciones, pero a medida que se adentra en el Valle de Aburra su calidad se va deteriorando, presentando altos niveles de contaminación, pero luego de la descarga de la central hidroeléctrica La Tasajera, por efecto de la dilución que ejerce las condiciones van mejorando notoriamente.

Fig. 8 - Primer mapa de la calidad biológica del río Medellín. Fuente: Instituto Mi Río, 1997.

En el año 2000 comienza a operar la planta de tratamiento de aguas residuales de San Fernando, con capacidad de tratar un caudal de 1,8m^3/seg, correspondiente al 20% de las aguas residuales generadas en los municipios de la zona sur del Área Metropolitana del Valle de Aburra (Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella y Caldas), una vez tratadas son vertidas al río, sin embargo fue necesario esperar algunos años antes de que los procesos de tratamiento lograran estabilizarse y comenzaran a observarse resultados positivos sobre el río Medellín.

Para el año 2001 se presentan los resultados de un segundo monitoreo (Fig. 9), con el objeto de establecer si las acciones emprendidas en pro de la recuperación del río

habrían tenido algún cambio evidente en las condiciones fisicoquímicas y biológicas del río, en este sentido las condiciones eran bastante similares a las presentadas durante el monitoreo realizado en el año 97, toda vez que los procesos de tratamiento en la planta aun no se habían estabilizado. El Instituto Mi Río desaparece por decisiones políticas en el año 2005.

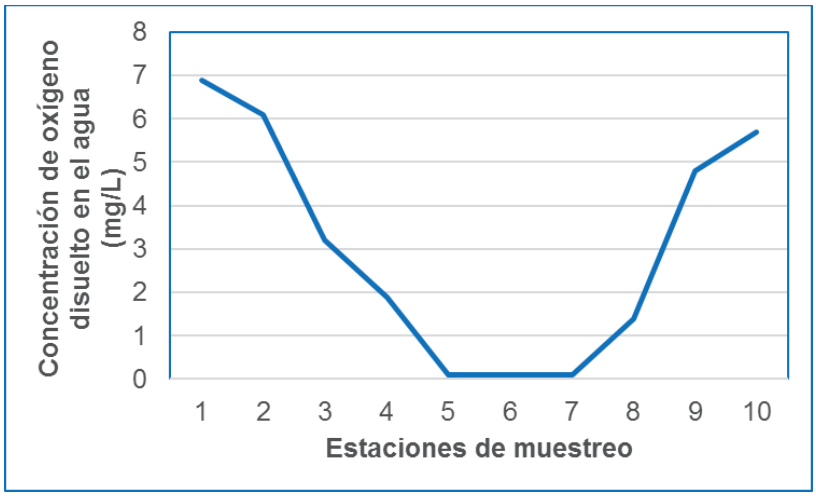


Fig. 9 - Variación del oxígeno disuelto en el río Medellín durante el monitoreo realizado en el año 2001. Adaptado de: Instituto Mi Río (2001).

En el año 2003, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en convenio con la Universidad de Antioquia crea la Red de Monitoreo Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Rio Aburrá-Medellín (RedRío) con el fin de preservar este patrimonio hídrico. La red cuenta con 14 estaciones de monitoreo, ubicadas estratégicamente a lo largo del río, desde su nacimiento, con la estación San Miguel en Caldas, hasta su confluencia con el río Grande en la estación Puente Gabino al norte de la región metropolitana, dentro de esta red existen 3 estaciones automáticas (San Miguel, Ancón Sur y Aula Ambiental) que permiten obtener información en tiempo real de las condiciones del agua. Los monitoreos sobre la cuenca son periódicos, tratando de abarcar diferentes momentos del ciclo hidrológico y constantemente están reportando las condiciones de calidad del agua del río, la Fig. 10 muestra los mapas de calidad del agua en tres momentos hidrológicos contrastantes durante el período 2010-2011. Una de las utilidades de este

tipo de mapas es que pueden ser interpretados fácilmente por cualquier tipo de público (desde el profesional experto hasta la gente del común) de una manera sencilla, didáctica y directa.

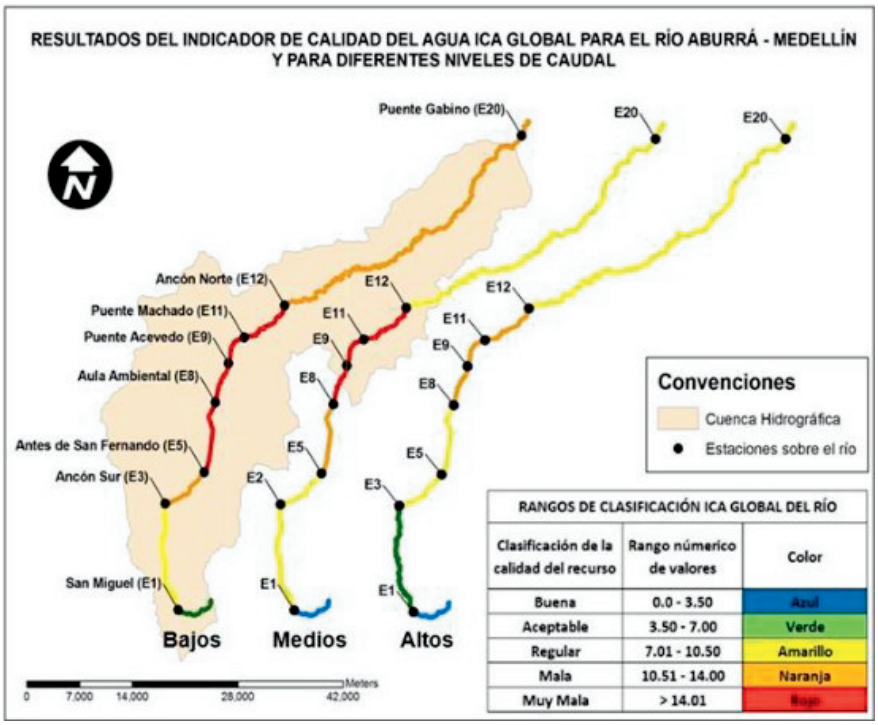


Fig. 10 - Mapas de calidad del agua del río Medellín en diferentes niveles de caudal durante el período 2010-2011. Fuente: RedRío-Área Metropolitana del Valle de Aburrá (https://www.metropol.gov.co).

Para el año 2014 comienza la construcción de un parque lineal que integra ambas orillas del río Medellín, denominado Parques del Río, una obra que abarca 71.800 m^2 de infraestructura, paisajismo y vegetación convirtiéndolo en un corredor de movilidad, ciclorrutas, zonas verdes y espacios de esparcimiento para toda la comunidad (Fig. 11).

Fig. 11 - Parques del Río. Fuente: https://landscape.coac.net/parques-del-rio-medellin.

En el año 2020 inicia operaciones la planta de tratamiento de agua residuales de Aguas Claras, en el municipio de Bello, esta planta tiene capacidad para tratar $5m^3$/seg y en conjunto con la planta de San Fernando tratan el 84% de las aguas residuales del Valle de Aburra, evitando que lleguen al río Medellín 140 toneladas de materia orgánica diariamente y contribuyen a elevar el nivel de oxígeno disuelto en el río a un promedio de 5mg/L. El último monitoreo realizado por RedRío fue en el mes de febrero de 2020, la Fig. 12 muestra los valores de la concentración de oxígeno disuelto en las 10 estaciones de monitoreo, observándose claramente una mejora importante en las condiciones de calidad del agua como resultado de las intervenciones realizadas sobre la cuenca.

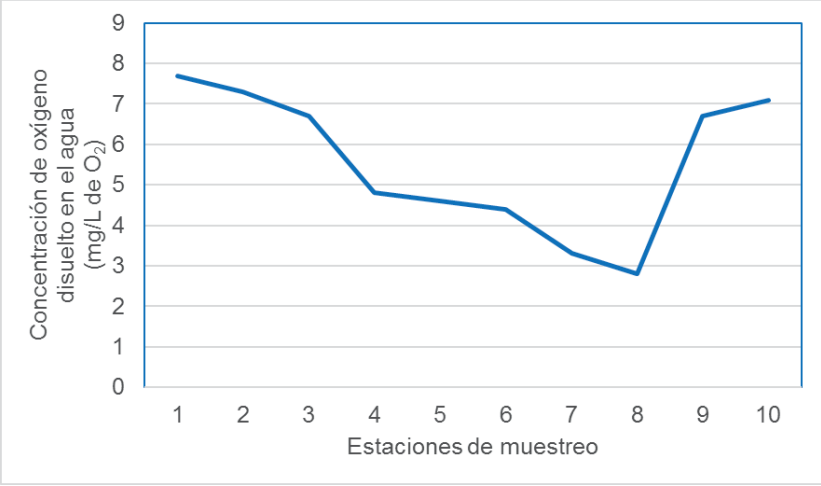


Fig. 12 - Variación del oxígeno disuelto en el río Medellín durante el monitoreo realizado en el año 2001. Adaptado de: RedRío-Área Metropolitana del Valle de Aburrá (https://www.metropol.gov.co).

Por la pandemia de COVID-19, el convenio de RedRío fue suspendido, actualmente se está en proceso de convocatoria para activarlo nuevamente, y para ello el Área Metropolitana del Valle de Aburrá ha invitado a diferentes universidades de la ciudad para que se vinculen a este proyecto.

Agradecimientos

El autor agradece al Fundo Socioambiental – FSA da Caixa Econômica Federal – CEF. Acordo de Cooperação Financeira 209/2021 y al Proyecto Izidora: Recuperando aguas e florestas para resgatar a cidadania por la financiación de esta publicación.

Referencias

Bernhardt, E. & Palmer, M.A. 2007. Restoring streams in an urbanizing world. Freshwater Biology. 52(4):738-751.

Betancur, J. 2012. Intervención del río Medellín: la Sociedad de Mejoras Públicas y la Administración Municipal de Medellín, 1940-1956. HiSTOReLo. Revista de Historia Regional y Local. 4(8):239-274.

Empresas Públicas de Medellín. 1956. Saneamiento del río Medellín. Programas iniciales. Medellín. Documento interno.

Findlay, S.J. & Taylor, M.P. 2006. ¿Why rehabilitate urban river systems? Area. 38(3):312-325.

Instituto Mi Río. 1994. Perfil Ambiental del río Medellín. 69pp.

Instituto Mi Río. 1997. Aspecto biológico y fisicoquímico del río Medellín. 202pp.

Instituto Mi Río. 2001. Segunda evaluación biológica de río Medellín. 109pp.

Jurado, J. 2020. Los ríos urbanos como eje de transformación de las ciudades sostenibles: la experiencia de Medellín. En: Rei *et al*. (Organizadores). Paradiplomacia Ambiental: Agenda 2030. Editora Universitária Leopoldianum. 340pp.

Mattias, U. & Moreno, H. 1983. Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos en el río Medellín y sus principales afluentes. Actualidades Biológicas. 12(46):106-117.

Silva-Sánchez, S. & Jacobi, P.R. 2012. Políticas de recuperação de rios urbanos na cidade de São Paulo: Possibilidades e desafios. Revista Brasileira de Estudos urbanos e Regionais. 14(2):119-132.

Terraza, H.; Pons, B.; Soulier, M. & Juan, A. 2015. Gestión urbana, asociaciones público-privadas y capatación de plusvalías: El caso de la recuperación del frente costero del río Paraná en la ciudad de Rosario, Argentina. Banco Interamericano de desarrollo BID.

Tucci, C.E.M. 2012. Gestão da drenagem urbana. Brasília-México: CEPAL.

Universidad Nacional de Colombia. 1973. Estado de la contaminación del río Medellín. 161 pp.

White, R. 1995. The Organic Machine. The Remarking of the Columbia River. Nueva York: Hill & Wang. 130pp.

Zapata, J.; Barros, J. & Vallejo, E. 2011. Propuesta para el manejo de cauces urbanos. Estudio de caso en Medellín, Colombia. En: Farías *et al*. (eds). Memorias V Simposio regional sobre hidráulica de ríos. Hidráulica fluvial: Procesos de erosión y sedimentación, obras de control y gestión de ríos. Santiago del Estero. Argentina.

Cap 11

"Projeto Izidora: Histórico, Desenvolvimento, Principais Produtos e Desafios para o Futuro"

Autores: Ricardo M. Pinto-Coelho[1] e Luís Alberto S. Isla[2]

(1): RMPC – Meio Ambiente Sustentável - ME, Rua José Ribeiro Filho, 207/803 CEP 31330-550 Belo Horizonte (MG)
(2): LASI – Luis Alberto Saenz Isla – ME
Rua Aureliano Lessa, 217 Casa 03, Bairro Liberdade, Belo Horizonte MG. CEP 31270-200

E-mail (correspondência): rmpc@rmpcecologia.com

Resumo

Esse capítulo faz uma síntese do projeto Izidora. O capítulo inicia-se com um histórico do projeto e continua com uma breve descrição da área do projeto e do seu entorno. A seguir, são apresentados os principais objetivos do projeto, bem como a sua dinâmica de desenvolvimento, estabelecida através de metas gerais que, por sua vez, são subdivididas em atividades específicas. O texto fornece uma linha do tempo, onde o leitor será apresentado à sequência de entregas de serviços e produtos ofertados à comunidade e ao agente financiador, a Caixa Econômica Federal. Em seguida, o capítulo descreve as principais ações do projeto. A avaliação final do projeto é iniciada com a apresentação dos seus principais impactos positivos, bem como são destacados alguns desafios enfrentados. Finalmente, são apresentadas as considerações sobre o futuro do projeto, destacando o que é necessário ser feito para que as entregas do projeto não se percam no tempo.

Abstract

This chapter offers a comprehensive overview of the Izidora project. Beginning with a historical context, it gives an overview of the project area and its surroundings. The chapter then outlines the project's main objectives, as well as its development dynamics, structured by general goals and further divided into specific activities. A comprehensive timeline follows, guiding the reader through the sequence of deliverables offered to both the community and the funding agency, Caixa Econômica Federal. The subsequent section highlights the project's key actions, followed by the final evaluation, which presents the project's positive impacts alongside the challenges encountered. The chapter concludes with a forward-looking perspective, highlighting crucial steps to ensure the project's lasting impact beyond its initial implementation.

Palavras-Chave

Izidora, reflorestamento, ocupações, proteção águas, nascentes, córrego Macacos, Granja Werneck

Key words

Izidora, reforestation, occupations, water protection, springs, Macacos stream, Granja Werneck

O projeto Izidora

O projeto Izidora foi selecionado no edital do Ministério de Desenvolvimento Regional – MDR- "Águas Brasileiras" em 2021. A RMPC - Meio Ambiente reuniu uma equipe de especialistas universidades federais e privadas, de consultores independentes para trabalharem junto a famílias da Ocupação Vitória, localizada na região norte de Belo Horizonte (MG), em uma das maiores áreas verdes urbanas do Brasil, a Granja Werneck.

Em julho de 2021, a RMPC – Meio Ambiente Sustentável foi procurada pelo Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal - FSA e, nos meses seguintes, foi construído conjuntamente o Acordo de Cooperação Financeira - ACF 209/2021, publicado no Diário Oficial da União – DOU, em 1 de dezembro de 2021 (CEF, 2021).

O ACF 209/2021 previu repasses no valor global de R$ 2.705.283,62 (dois milhões, setecentos e cinco mil, duzentos e oitenta e três reais e sessenta e dois centavos). O valor total desembolsado pela CAIXA é de R$ 2.457.283,62 (dois milhões quatrocentos e cinquenta e sete mil, duzentos e oitenta e três reais e sessenta e dois centavos), a título de investimento socioambiental, não reembolsável, conforme Plano de Trabalho acordado entre as partes. O restante foi aportado pela RMPC, a título de contrapartida de bens e serviços.

O prazo de execução era inicialmente de 24 meses, contados a partir de 01 de dezembro de 2021, porém, em novembro de 2023, a coordenação solicitou a prorrogação do projeto por mais 180 dias.

Porque Izidora?

No presente projeto, recebemos a sugestão das líderes comunitárias Paula Cristina Fonseca da Silva e Renata para adotarmos o termo "Izidora" em referência a possível existência, na região, de uma escrava alforriada, a Izidora, que teria dado o primeiro nome ao ribeirão em questão. Habitantes mais antigos do vizinho Quilombo Mangueiras confirmaram a existência da Izidora, o que pode também ser confirmado em referências bibliográficas (Gomes et al. 2013).

A nomenclatura oficial ainda adota o nome masculino de "Isidoro" (esse termo está presente, por exemplo, nas cartas do IBGE e da PBH). O córrego Isidoro é o principal curso de água que atravessa as ocupações dentro da antiga fazenda da Granja Werneck.

O complexo da região conhecida como "mata do Isidoro" ou "Granja Werneck"

Essa região é a maior área verde ainda não parcelada do município de BH, tendo aproximadamente 9,5 km² (Duarte, 2013). Para se ter uma ideia do que essa área significa, a área central de BH, delimitada pela Av. do Contorno tem 8,9 km². Dois fatores devem ser considerados nesse cenário:

(1) a região tem sofrido com várias invasões e apresenta áreas de tensão social, que são chamadas por ocupações;

(2) a região tem sido foco da especulação imobiliária e já foi objeto de vários projetos de urbanização e implantação de complexos residenciais que não foram adiante (COHAB - Empreendimento Granja Werneck. 2010; MYR Projetos Sustentáveis. 2011 a-h).

Apesar da importância histórica e cultural da região da Granja Werneck/Isidoro, da sua enorme relevância ambiental e dos inúmeros estudos já feitos, seja pela prefeitura de Belo Horizonte (Lerner, J. & Arquitetos Associados. 2010; Cohab, 2010. PBH, 2010), seja pelo estado de Minas, seja por universidades (Rodrigues, 2016; Andrade, 2017; Senra, 2018; Borsagli, A. 2019) e pelas inúmeras matérias na imprensa (i.e: O Ecológico. 2021; Mendes, A. 2014; Urbanismo Biopolítico, 2013), a maioria dos belo-horizontinos não tem conhecimento ou não sabe da sua existência.

A área não apresenta apenas uma enorme importância ambiental, mas possui uma longa história. A partir de 1919, o médico Hugo Werneck começou a adquirir terras na região norte do município. Em 1923, suas terras já somavam 523 hectares. Ali, foram construídos uma granja e um pavilhão que veio a ser o famoso Sanatório Werneck, um tipo de resort que era muito procurado por pessoas portadoras da tuberculose, dado o clima ameno da região numa época em que não havia os antibióticos e os recursos clínicos de hoje. Atualmente, o sanatório pertence à Casa de Francisco, vinculada à Arquidiocese de Belo Horizonte e à Providens – Ação Social Arquidicocesana, mas a grande parte das terras do seu entorno ainda está em nome da família Werneck.

A área também possui uma grande relevância urbanística. A região está inserida no Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte. A área dista apenas 6 km da Cidade Administrativa. Essa proximidade entre o centro administrativo do governo de MG e a Granja Werneck/Isidoro poderia estar oferendo uma série de oportunidades de desenvolvimento sustentável, o que infelizmente não se verifica. Os bairros lindeiros à Granja Werneck são: Tupi, Zilah Spozito, Etelvina Carneiro, Monte Azul, Lajedo, Jardim Guanabara, Jaqueline e o alguns outros bairros pertencentes ao município de Santa Luzia (MG), como por exemplo, o bairro Baronesa. Atualmente, existem quatro ocupações nessa região: Esperança, Rosa Leão, Helena Greco e a maior delas, a Ocupação Vitória.

Toda a região é caracterizada pelas enormes carências em termos de infraestrutura urbana (saneamento, transportes, energia, educação, saúde, etc.). É visível o grande descaso com o seu meio ambiente, particularmente com suas águas que são ricas e abundantes.

Existem ainda na região extensas florestas ainda bem preservadas e muitas nascentes. Todo esse patrimônio ecológico está ameaçado pela pressão por ocupação humana. Essa pressão é constituída não só por assentamentos irregulares, mas também por bairros de periferia onde existem parcelamentos sem um bom planejamento apenas motivados pelo aquecimento do mercado imobiliário. Atenção especial deve ser dada ao fato de que a maioria das matas remanescentes estão localizadas em fazendas ainda pertencentes a grandes grupos econômicos que podem, a qualquer momento, serem objeto de grandes projetos imobiliários o que levaria ao comprometimento de modo irreversível da maior área verde da região metropolitana de Belo Horizonte.

Bacia do Isidoro, a Ocupação Vitória e o Córrego Macacos

A bacia do ribeirão Isidoro possui uma área de drenagem de cerca de 55 km², o que corresponde a aproximadamente 20% do município de Belo Horizonte. A sua bacia hidrográfica possui 64 córregos, 280 nascentes. O alto e médio curso correspondem à região mais urbanizada, enquanto no baixo curso, predominam fazendas e chácaras (PBH, 2010 a e b).

O presente estudo está centrado no baixo curso do Izidoro que contempla os córregos Fazenda Velha (Tamboril), Terra Vermelha, Cascalheiro, Macacos, bem como

os trechos finais do próprio córrego Isidoro, situados ao longo da Av. Hum, Rua 52 e ao longo das estradas da Pedreira e do Sanatório.

Quatro tributários da margem esquerda do córrego Macacos: N1, N2, N3-A e N3-B (em alguns capítulos os dois últimos são N3 e N4, respectivamente) foram escolhidos para receber as intervenções do projeto. O programa de monitoramento da qualidade de água teve uma abrangência maior pois, contemplou pesquisas nos córregos Fazenda Velha, Terra Vermelha e no próprio Córrego Isidoro, além dos tributários acima descritos.

A área de estudos do projeto Izidora engloba a bacia de drenagem do córrego Macacos que inclui ainda as propriedades do entorno (Casa Francisco e as Fazendas Werneck e do Grupo EPA). Na ocupação, existem 4.500 famílias. As áreas de intervenção foram denominadas por Setores 1-A e 1-B enquanto o Setor 2 corresponde às áreas à montante da bacia do Córrego Macacos que foram apenas monitoradas e mapeadas, mas que não sofreram intervenções (https://www.projetoizidora.com/areadeestudo).

Objetivos do Projeto Izidora

(a) Realizar o diagnóstico ambiental (mapeamentos dos biótopos naturais e antropizados; realizar estudos de botânica e limnologia; fazer o inventário das infraestruturas de transporte, das condições de saneamento, energia, bem como dos serviços públicos disponíveis, além de detectar e quantificar os principais impactos ambientais existentes (erosão, assoreamento, poluição hídrica, etc.).

(b) Monitorar e recuperar a qualidade da água no córrego de Macacos, tributário do Ribeirão Isidoro Ocupação Vitória.

(c) Recuperar as nascentes e as matas ciliares degradadas e contaminadas em quatro tributários do córrego Macacos (Ocupação Vitória).

(d) Avaliar as condições de saneamento (disponibilidade de água potável, descarte de esgotos e gestão de resíduos sólidos) da Ocupação Vitória; realizar um estudo socioambiental visando selecionar as residências que receberão as fossas ecológicas (TEVapS).

(e) Instalar um conjunto de sistemas de tratamento de águas negras, os chamados tanques de evapotranspiração, os TEVaps em uma área definida (córrego N-1) e

acompanhar os possíveis benefícios dessa ação na melhoria da qualidade de água.

(f) Promover ações de capacitação, motivação, inclusão social; incentivar e participar da articulação com os agentes públicos nas questões ambientais, contribuindo para acelerar as ações de melhoria das condições de saneamento, da oferta de energia elétrica e induzir melhorias na infraestrutura urbana (transportes, segurança, educação e saúde).

Desenvolvimento do Projeto Izidora

O ACF 209 foi dividido em metas trimestrais. Essa decisão foi proposta pela Gerência Nacional Sustentabilidade (RSA-CEF) e a execução dessas metas foi acompanhada pela Gerência Executiva de Governo Belo Horizonte (GIGOV CEF). A subdivisão do projeto em unidades menores (metas, atividades e insumos) visou possibilitar o acompanhamento das ações do projeto de uma forma mais transparente e eficaz.

O projeto está atualmente dividido em quatro metas que por sua vez, estão subdivididas em submetas. Em cada meta, estão descritas as principais atividades que por sua vez estabelecem detalhadamente todos os gastos que são classificados em insumos.

As principais ações realizadas em cada uma dessas metas, estão descritas, a seguir e os documentos (relatórios dos membros do projeto e os relatórios de desenvolvimento do projeto – RDP estão nos links fornecidos abaixo:

Meta 1.1 (dezembro 2021 a fevereiro 2022)

Inauguração do projeto Izidora em 3/12/2021

Diagnóstico ambiental, impactos/riscos e planejamento das intervenções (R-01)

Mapeamento por drone e planejamento dos estudos ambientais.

Pesquisa socioambiental: identificação e contatos com as lideranças comunitárias.

Relatório de Desenvolvimento de Projeto – RDP Meta 1.1 (RDP 1.1 T / RDP 1.1 F)

Meta 1.2 – (março a maio 2022)

Pesquisa sobre a titularidade das terras da área de estudos (cartórios e PBH)

Anuência dos proprietários dos terrenos para a execução do projeto (R-02)

Reuniões com as lideranças (Paula e Renata) e demais atores e membros das comunidades envolvidas

Diagnóstico ambiental, levantamento florístico e fitossociológico (R-03)

Análise multicritério para definição dos locais instalação TEVaps (R-04)

Planejamento do programa de monitoramento das águas (R-05)

Relatório de Desenvolvimento de Projeto – RDP Meta 1.2 (RDP 1.2 T /RDP 1.2 F)

Meta 2.1 – (junho a agosto de 2022)

Seleção de propostas e assinatura do contrato de serviços visando a limpeza das nascentes e córregos (N3 A e N3 B), serviços de melhorias na drenagem e da construção das micro barragens nascentes.

I Campanha de Monitoramento da Qualidade de Água (junho 2022) (R-06)

II Campanha de Monitoramento da Qualidade de Água (agosto 2022) (R-07)

Primeiro relatório sobre condições de saneamento na Ocupação Vitória (R-08)

Plano de Saneamento Ambiental da Ocupação Vitória (R-09)

Estudos socioambientais: contatos com lideranças, identificação de conflitos (R-10)

Relatório de Desenvolvimento de Projeto – RDP Meta 2.1 (RDP 2.1 T / RDP 2.1 F)

Meta 2.2 – (setembro a novembro de 2022)

Planejamento e integração das ações de licenciamento, ações recuperação e do monitoramento das águas (R-11)

Relatório 1 – Georeferenciamento (R-12)

Pesquisa socioambiental: aplicação dos questionários e visitas às residências (R-13 / R-14)

Relatório processos de licenciamentos/dispensa de licenciamentos (R-15)

Continuidade da limpeza das nascentes e córregos (N2 e N1), serviços de melhorias na drenagem e continuidade na construção das micro barragens (R-16).

III Campanha de Monitoramento da Qualidade de Água (outubro 2022) (R-17)

Pesquisa socioambiental sobe a instalação das fossas ecológicas- TEVaps. (R-18)

Visita de técnicos da PBH (Urbel, SEDRU) ao Projeto Izidora – Setembro 2022

Relatório de Desenvolvimento de Projeto – RDP Meta 2.2 (RDP 2.2 T / RDP 2.2 F)

Meta 2.3 – (dezembro de 2022 a fevereiro de 2023)

Monitoramento das intervenções de limpeza e drenagem e início dos serviços de plantio de mudas (R-19)

IV Campanha de Monitoramento da Qualidade de Água (fevereiro de 2023) (R-20)

Início das ações de plantio nos setores 1-A e 1-B (6.500 mudas) (R-21).

Finalização da pesquisa com moradores sobre os TEVaps (R-22)

Relatório de Desenvolvimento de Projeto – RDP Meta (RDP 2.3 T / RDP 2.3 F)

Meta 2.4 – (março de 2023 a maio e 2023)

Manutenção e ajustes nos plantios executados na meta anterior (R-23)

V Campanha de Monitoramento da Qualidade de Água (março de 2023) (R-24)

Estudos socioambientais integrando os dados georreferenciamento e saneamento sugerindo o número máximo final das fossas ecológicas (TEVaps) (R-25)

Resumo das principais atividades socioambientais – Meta 2.4 (R-26)

Atividades socioambientais (R-27)

Relatório de Desenvolvimento de Projeto – RDP Meta (RDP 2.4 T / RDP 2.4 F)

Meta 2.5 – (junho a agosto de 2023)

Atividade socioambiental I (TEVapS) (R-28)

VI Campanha de Monitoramento da Qualidade de Água (agosto de 2023) (R-29)

Atividades socioambientais (R-30)

Ações de monitoramento nas áreas degradadas no Setor 2 na Ocupação Vitória.

Seleção das propostas, assinatura do contrato de prestação de serviços e início da instalação das 12 TEVaps nos locais selecionados (R-31)

Avaliação e quantificação da erosão na Ocupação Vitória (R-32)

Monitoramento das ações de drenagem, contenção e plantio (R-33)

Relatório de Desenvolvimento de Projeto – RDP Meta (RDP 2.5 TeF)

Meta 3.1- (setembro a novembro de 2023)

Atividades socioambientais (R-34)

VII Campanha de monitoramento da qualidade de água (outubro 2023) (R-35)

Finalização da instalação das 12 TEVaps nos locais selecionados (R-36)

Atividade social II (TEVapS) (R-37)

Segundo relatório de georreferenciamento (R-38)

Ações de avaliação das ações do grupo Gera/UFMG nas áreas recuperadas (N1, N2, N3A e N3-B) (R-39).

Relatório de Desenvolvimento de Projeto – RDP Meta (RDP 3.1 TeF)

Meta 4.1 – (dezembro de 2023 a Maio 2024)

(dezembro de 2023 até o final do projeto março de 2024)

Edição do livro do projeto Izidora, realização do workshop de encerramento

Workshop de encerramento do projeto

Relatórios finais do monitoramento ambiental (R-40) e das ações realizadas.

Obs: todos os relatórios assinalados em azul podem ser baixados a partir de http://projetoizidora.com/relatorios

Linha do Tempo

A listagem pura e simples dos produtos do projeto Izidora, mesmo contendo os links, não fornece uma visão da dinâmica do projeto. Um determinado produto previsto para uma data meta pode estar em uma meta subsequente simplesmente devido ao fato de que a entrega de um produto, muitas vezes, foi feita em período subsequente. Por outro lado, a entrega de um relatório não representa o investimento no tempo que o mesmo levou para ser produzido.

A seguir (Fig. 01), apresentamos a linha do tempo do Projeto Izidora, construída a partir das entregas (realização de serviços e entregas de relatórios) associados aos diferentes produtos apresentados em cada das metas acima descritas. Portanto, a linha do tempo apresenta a dinâmica do projeto ao longo do tempo.

Os principais eixos temáticos do Projeto Izidora estão representados em linhas paralelas separadas que, por sua vez, estão subdivididas nas metas e nos meses do projeto representados abaixo, na figura. Dessa forma, todo o projeto está representado

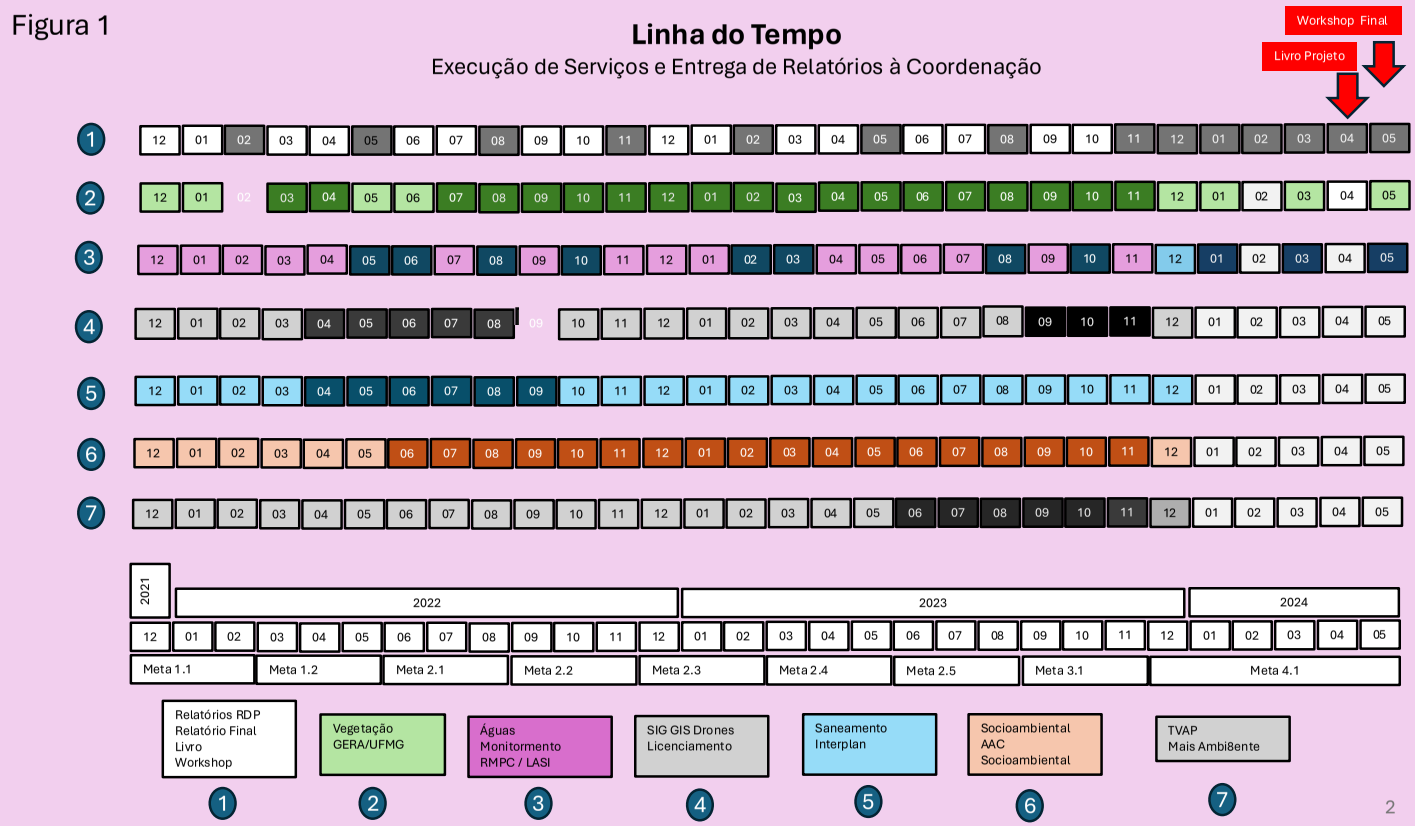
por diferentes linhas do tempo que representam os seus principais eixos temáticos: (1) coordenação e a sub coordenação (administração, relatórios, livro e workshop), (2) recuperação da vegetação e drenagem, (3) águas e monitoramento, (4) mapeamento, SIG e licenciamento, (5) saneamento, (6) atividades socioambientais e (7) construção e entrega dos TEVaps

Ao analisar a linha do tempo, fica claro que alguns produtos foram pré-requisito para outros, como por exemplo, os pedidos de licenciamento e a anuência dos proprietários que viabilizaram os trabalhos de limpeza, melhorias nas drenagens e o plantio das mudas.

Outras atividades tiveram um desenvolvimento mais regular durante todo o projeto tais como as atividades socioambientais e o monitoramento ambiental das águas.

A linha do tempo do projeto também deixa claro que o projeto necessitou de uma "*lag phase*", ou seja, de uma fase de "amadurecimento" que demandou não somente ações de aquisição e montagem da infraestrutura do projeto, mas também uma série de contatos com agentes públicos e com lideranças comunitárias. Nessa fase, a coordenação também fez ajustes na equipe e coordenou o treinamento do pessoal nos equipamentos adquiridos.

Figura 1


Linha do Tempo
Execução de Serviços e Entrega de Relatórios à Coordenação
Workshop Final
Livro Projeto
2021
2022
2023
2024
Meta 1.1
Meta 1.2
Meta 2.1
Meta 2.2
Meta 2.3
Meta 2.4
Meta 2.5
Meta 3.1
Meta 4.1
Relatórios RDP
Relatório Final
Livro
Workshop
Vegetação
GERA/UFMG
Águas
Monitormento
RMPC / LASI
SIG GIS Drones
Licenciamento
Saneamento
Interplan
Socioambiental
AAC
Socioambiental
TVAP
Mais Ambiente
1
2
3
4
5
6
7

Principais Produtos

Nessa seção, iremos apresentar os principais números do projeto; as suas principais entregas e realizações.

Grupo Gera UFMG

Os trabalhos de limpeza, melhorias na drenagem, contenção de enchentes (microbarragens e mini bacias de contenção), plantio estiveram sob a coordenação da Prof. Dr. Maria Rita Scotti Muzzi que, através do convênio 29.079 assinado entre a Fundep/UFMG e a RMPC Meio Ambiente Sustentável, montou uma equipe de cerca de duas dezenas de colaboradores incluindo bolsistas pesquisadores, doutorandos, mestrandos, alunos de iniciação científica e técnicos de campo/laboratório. As tabelas, a seguir, sintetizam alguns números das entregas realizadas pela equipe da Profa. Maria Rita S. Muzzi.

Os números de entregas realizadas pelo grupo Gera da UFMG são expressivos (Tab. 01). A área recuperada atingiu 4,5 ha, divididos entre quatro tributários e suas respectivas nascentes. Foram instalados seis drenos sob ruas, três do quais foram feitos através da instalação de manilhas de concreto. Foram recuperados 2.260 metros lineares de matas ripárias ao longo dos quatro tributários.

Um total de 6.500 mudas de árvores nativas e frutíferas foi plantado nos quatro tributários selecionados (N1, N2, N3-A e N3-B). Para potencializar a sucessão ecológica e proteger as margens que sofreram limpeza, retificações ou ajustes foi feita a semeadura de plantas herbáceas numa área total de 2.700 m².

Para evitar o efeito de cheias e grandes fluxos de água nos tributários foram instaladas 51 microbarragens de contenção do aporte de sedimentos.

Essas entregas têm sido regularmente monitoradas pela equipe da professora Maria Rita e é preciso destacar que todas essas entregas foram feitas em uma área densamente habitada o que exigiu grandes esforços de diálogo, atividades sociais diversas para que a população pudesse assimilar e proteger essas entregas (Fig. 02).

Tab. 01 – Intervenções de recuperação (limpeza, drenagem e contenção)

Recuperação de Nascentes e Florestas	
Local	Total
Área de trabalho (hectares)	4,5 ha
Nascente N1 A, B e C	1,0 hectare
Nascente N2	2,0 hectares
Nascente N3A	1,1 hectares
Nascente N3B	0,5 hectares
Extensão dos drenos (m)	
Nascente N1 A, B e C	475 m
Nascente N2	820m
Nascente N3 A	550m
Nascente N3 B 170 + 130 + 110	410 m
Drenos sob rua	6
Dreno com manilha	3
Dreno em parceria com prefeitura e copasa	1
Microbarragens de contenção e barragen de contenção	
Nascente N1	12 microbarragens
Nascente N2	
Nascente N3 A	27 microbarragens
Nascente N3 B	12 micro barragens e 1 barragem contenção ~54m^3
Árvores plantadas	
Nascente N1 A, B e C	1.500 mudas (600 m^2 de herbáceas)
Nascente N2	2.900 mudas (1500 m^2 herbáceas)
Nascente N3 A	1.500 mudas (500 m^2 herbáceas)
Nascente N3 B	600 mudas (100 m² de herbáceas)
Área urbana beneficiada	
Nascente N1 A, B e C	0,0139
Nascente N2	0,052
Nascente N3 A	0,085
Nascente N3 B	0,119
Estimativa da carga de sedimentos na Oc. Vitória (cm ^{2})	5,2 cm^2 por seção

Estimativa da carga sedimento na área preservada de Mata Atlântica	2,15 cm^3 por seção
Média de perda de solo N3 B	0,8m^3/m^2
Número de Afloramentos de nascente Recuperadas	
Nascente N1	11
Nascente N2	25
Nascente N3 A	7
Nascente N3 B	13

Fig. 02 – Recuperação das nascentes, da vegetação e melhorias na drenagem

Monitoramento da Qualidade de Água

A equipe que ficou encarregada de executar essa parte do projeto, foi composta pelos Drs. Ricardo Motta Pinto Coelho e Dr. Luis Alberto Saenz Isla, que foi contratado através da sua empresa, a LASI (Fig. 03).

Foram realizadas sete campanhas englobando as diferentes fases do ciclo sazonal (tab. 03). Um total de 138 pontos de coletas foram amostrados, tendo um mínimo de 22 e um máximo de 25 variáveis coletadas nas diferentes ocasiões. Foi montada uma matriz de 3371 registros (Tab. 02).

Os resultados desse programa de monitoramento da qualidade de água estão parcialmente descritos no Cap. 03 desse livro e nos relatórios citados acima (R-5, R-6, R-7, R-17, R-20, R-24, R-29, R-35 e R-40).

Tab. 02 – Datas das coletas, estação do ano, esforço amostral realizado nas sete campanhas limnológicas realizadas.

N	Período	Ciclo sazonal	Número de Pontos	Número de Variáveis	Registros
1	14-15 Junho 2022	Seca	20	22	440
2	08 -09 Agosto 2022	Seca	19	24	456
3	25-26 Outubro 2022	Seca/Chuva	20	25	500
4	27-28 Fevereiro 2023	Chuva	20	25	500
5	23-24 Março 2023	Chuva	20	25	500
6	14-15 Agosto 2023	Seca	20	25	500
7	02-03 Outubro 2023	Seca/Chuva	19	25	475
8	Total		138	171	3371

Fig. 03 – Monitoramento da qualidade de água.

Pesquisa socioambiental

O cientista social, Alysson Armondes, foi quem executou as atividades previstas no contexto socioambiental. Esses trabalhos estiveram centrados nos seguintes eixos:

(a) Identificação das lideranças, contatos iniciais, pesquisa sobre os conflitos existentes, superação das desconfianças, planejamento e análise da situação.

(b) Pesquisa nas residências onde foram tomadas informações sobre a questão do saneamento (esgotamento, lixo e água) bem como os moradores foram ouvidos em relação a ideia de terem instaladas em suas residências os TEVapS

(c) Planejamento, organização e acompanhamento de uma série de atividades socioambientais realizadas no ano de 2022 sobre vários aspectos do projeto

(d) Pesquisa sobre o resgate histórico da comunidade com vistas à produção de um capítulo de livro que sintetiza a voz da comunidade

Foram gerados 22 relatórios relativos às atividades socioambientais, que trazem a descrição detalhada de todas as atividades desenvolvidas (Fig. 04). Esses documentos podem ser baixados, um a um, na seguinte URL:
https://www.projetoizidora.com/relatorios

Fig. 04 – Atividades socioambientais do projeto Izidora

Licenciamento e anuência dos proprietários da Ocupação Vitória

Para que o projeto Izidora pudesse entregar as melhorias previstas, a CEF fez duas exigências muito importantes:

(a) Licenciamento e/ou dispensa de licenciamento ambiental

A questão do licenciamento ambiental gerou algum desgaste na equipe inicial de trabalho causado, entre outras coisas, pela falta de entendimento e alinhamento por parte de alguns membros da equipe sobre da estrutura em metas do projeto que exigia que a sequência de atividades deveria ser seguida da melhor forma possível. Por outro lado, a coordenação constatou também que o encaminhamento que vinha sendo dado à questão dos licenciamentos era inadequado e necessitava de ajustes nas estratégias adotadas. A coordenação então buscou profissionais com maior experiencia na obtenção dos documentos necessários para o licenciamento. Dessa forma, a coordenação optou por substituir alguns membros da equipe ao final da meta 1.1.

(b) Anuência dos proprietários das terras da Ocupação Vitória com registros de cartório

Alguns membros da nossa equipe acreditavam, por exemplo, que por se tratar de uma ocupação já muito bem estabelecida, essa era uma exigência descabida e que a coordenação não deveria priorizar as ações nesse sentido. A coordenação optou por dar continuidade ao processo da obtenção das anuências o que exigiu inúmeras visitas aos cartórios de registros de BH e Sta. Luzia e à prefeitura de BH. Essa ação obrigou a coordenação a contratar um despachante, pagar taxas de cartórios e outras que ainda geraram glosas por parte da CEF por serem estas despesas “não previstas”.

Essas duas exigências acima demandaram muito tempo, recursos e articulações em vários níveis, além de desgaste considerável para unificar os pensamentos na equipe (*lag phase*). A questão do licenciamento ambiental acabou por gerar um desgaste inicial na equipe de trabalho causado, entre outras coisas, pela falta de entendimento da estrutura em metas do projeto que exigia que a sequência de metas e atividades deveria ser seguida da melhor forma possível.

Projeto de saneamento, análise multicritério visando a instalação dos TEVapS

A inclusão dos TEVaps no projeto atende a uma aspiração antiga da comunidade. É preciso destacar que quando o Projeto Izidora foi iniciado, a Ocupação Vitória não dispunha de saneamento básico o que significa que não havia distribuição de água através de uma rede pública; não havia qualquer tipo de esgotamento, seja as redes de coletas bem como qualquer forma de tratamento dos esgotos bem como não havia coleta de resíduos sólidos, seja o lixo doméstico, entulhos ou resíduos recicláveis. Não havia rede elétrica e a infraestrutura de transportes se resumia a vias ou vielas sem qualquer tipo de drenagem ou mesmo pavimentação rudimentar. Portanto, é evidente que se tratava de uma comunidade que vivia completamente afastada dos serviços públicos e da presença do estado.

Foram feitas várias reuniões com técnicos da PBH sobre os TEVaps. Inicialmente, havia o entendimento de que de acordo com a legislação em vigor, o projeto não poderia instalar fossas sépticas na comunidade. A tecnologia dos TEVapS no entanto é inovadora, pois, na realidade, não se trata de uma fossa séptica tradicional, pois ela não gera nenhum tipo de efluente líquido e portanto não se enquadra na proibição da legislação municipal.

Outra dificuldade enfrentada, refere-se a falta de informações sobre o projeto de saneamento que a concessionária de saneamento de Belo Horizonte teria para a região. Fizemos algumas reuniões com os técnicos da Copasa. Ficou a promessa de que a companhia repassaria as informações necessárias, mas o fato é que elas nunca vieram.

A entrega dos TEVapS

O TEVap é uma solução inovadora de tratamento de águas negras geradas pelos domicílios em áreas periurbanas. A empresa Mais Ambiente, sediada na cidade de Sete Lagoas, foi escolhida no processo seletivo para construir os TEVaps na Ocupação Vitória. Um dos fatores decisivos para essa decisão foi a experiência dos técnicos desta empresa na construção de TEVaps em vários outros projetos em Minas Gerais e em outros estados da federação

O processo de tomada de decisão para a escolha das casas que receberam os TEVapS contou com auxílio de vários técnicos especialistas em saneamento, em limnologia, em Geoprocessamento além do apoio de um cientista social. Todas as residências nas quatro áreas de intervenção do projeto foram visitadas por essa equipe.

A Fig. 05 ilustra o processo de construção de umo TEVap. O processo se inicia com a concretagem da base do TEVap. Em seguida, são levantadas quatro paredes de alvenaria. Na próxima etapa, são colocados pneus usados que vão formar um reator anaeróbico facilitando o processo de depuração do esgoto. Em seguida, procede-se à sequência de materiais depositados no TEVap, começando por uma camada de brita. Em seguida, é depositada uma camada de Areia. Em seguida, adiciona-se uma camada de terra solo da própria escavação. Por fim, vem a disposição de uma camada final de terra e o plantio de bananeiras que vão facilitar o processo da evapotranspiração do excesso de umidade.

Fonte: Arquivo Mais Ambiente.

Fonte: Arquivo Mais Ambiente.

Fonte: Arquivo Mais Ambiente.

Fonte: Arquivo Mais Ambiente.

Fig. 05 - Fases da construção de um TEVap.

Infraestrutura do Projeto Izidora

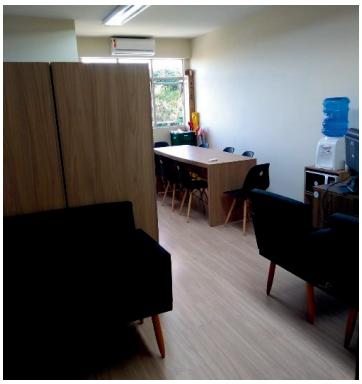
A coordenação propôs a criação de uma infraestrutura que visou a otimizar todas as ações do projeto. Essa estrutura contou com os seguintes elementos: secretaria com uma secretária, sistema de transporte e conjunto de equipamentos básicos (Fig. 06).

A secretaria foi criada a partir da locação de uma sala na Av. Abraão Caram, em local próximo ao Campus da UFMG em Belo Horizonte. Uma secretária foi contratada exclusivamente para atender às necessidades do projeto. A criação desse espaço e a contratação da profissional possibilitou uma rápida implantação da equipe de trabalho; otimizou o processo de aquisição de equipamentos; permitiu a realização de reuniões com diferentes membros da equipe e com outros atores importantes para o projeto, dentre outras funções.

O sistema de transporte contou com dois elementos básicos. A empresa RMPC ofereceu, como contrapartida, uma perua pick up 4x4, que possibilitou a realização de todas as campanhas de monitoramento, além de realizar várias visitas tanto à comunidade bem como possibilitou atender a uma série de demandas de transporte com rapidez e eficiência. O segundo elemento de transporte foi a assinatura de um

contrato com uma empresa de transporte de Van que permitiu o rápido deslocamento das equipes de trabalho à área de estudos numa frequência muito alta, sendo que em alguns momentos do projeto, essa frequência foi diária. Esse contrato foi renovado várias vezes sempre com a mesma empresa que se destacou pela qualidade dos seus veículos, profissionalismo dos seus motoristas, pontualidade e ótimo relacionamento com os usuários.

Finalmente, foram adquiridos uma série de equipamentos considerados essenciais pela coordenação do projeto: mobiliário para a secretaria, drone (VANT), GPS GNSS RTK, sonda limnológica, laptop, impressora, celular, trenas eletrônicas para mensuração de vegetação, material audiovisual (telão, mesa e cadeiras, tablet, etc.), dentre outros equipamentos considerados essenciais. É importante destacar que todos os equipamentos adquiridos com recursos do ACF 209 já foram ou serão doados à comunidade ao final dos nossos trabalhos (Observação: os materiais oferecidos como contrapartida não se incluem nessa doação).



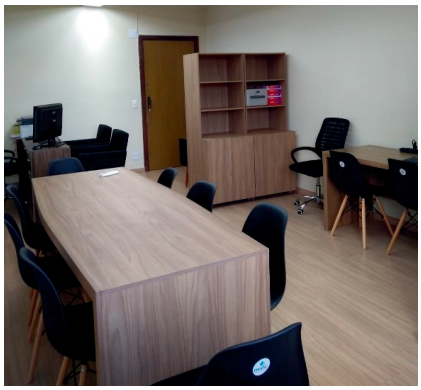


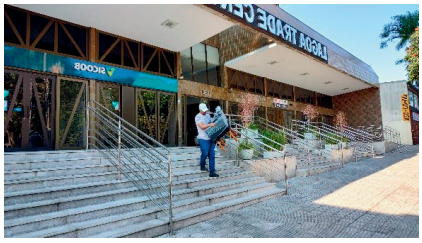
Fig. 06 – Infraestrutura do projeto Izidora. A pick up foi disponibilizada como contrapartida da empresa RMPC.

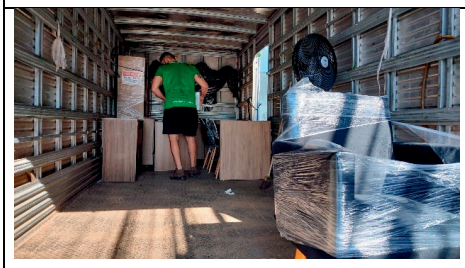
Doação de equipamentos e de materiais à comunidade

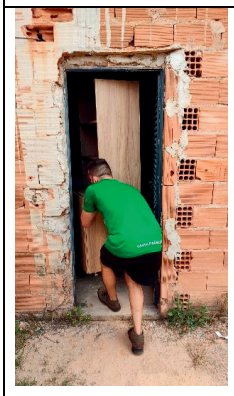
A exigência de doação de materiais adquiridos com os recursos do FAZ/CEF e formalizada no ACF 209/21 aos representantes da comunidade beneficiária é, em princípio, uma medida que pode trazer benefícios e tornar a gestão dos recursos públicos mais transparente. Essa exigência foi cumprida no dia 6 de maio de 2023, com a entrega do todo mobiliário, equipamento de informática, áudio visual e vários outros equipamentos de pequeno e grande porte na sede comunitária da Ocupação Vitória. Esse ato de doação foi acompanhado pela líder comunitária, a Paulinha 2023 (Fig. 07).

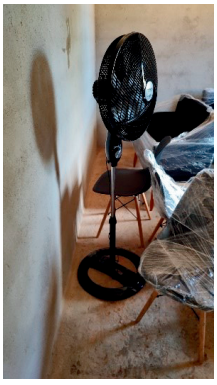
Existem, no entanto, alguns aspectos que necessitam uma posição mais explícita por parte da comunidade e mesmo da CEF. O primeiro deles refere-se à exigência de contar o CNPJ dos beneficiários. Em uma ocupação há todo tipo de carência e pode ser extremamente complicado para uma líder comunitária lidar com questões contáveis e jurídicas. A busca por CNPJ "emprestados" de outra entidade pode trazer ruídos e problemas inesperados.

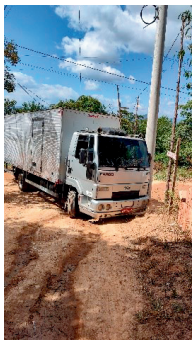
Outra questão refere-se aos itens disponibilizados como contrapartida ao projeto pela empresa, tais como a camionete de empresa. Oferecida como contrapartida e que foi amplamente usada no projeto. No presente caso, a nossa empresa sempre teve o conhecimento de que esses itens não poderiam estar contemplados na doação a ser feita ao final do projeto, uma posição que aparentemente não é compartilhada pelas lideranças da comunidade. Acreditamos ser importante uma manifestação formal da CEF sobre o assunto.











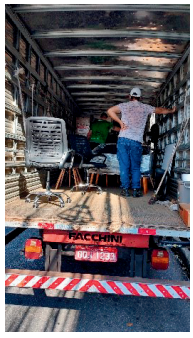


Fig. 07 – As fotos ilustram a doação que foi feita em 06 de Maio de 2023, com a empresa RMPC arcando com recursos próprios os custos dessa mudança. Essa doação incluiu, além dos equipamentos adquiridos pelo FSA, vários outros equipamentos doados em caráter voluntário (ex: microondas, computador desktop, ventilador, livros, etc). As duas listas dos equipamentos doados (FSA e itens doados voluntariamente) podem ser acessadas em: https://www.projetoizidora.com/noticias

A Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) e o Projeto Izidora

A região do Isidoro foi classificada como Área de Diretrizes Especiais, a ADE Isidoro, criada pela Lei Municipal 8.137/2000. Durante a execução do Projeto Izidora, a coordenação procurou contatos constantes com diversos órgãos da PBH (Secretaria Meio Ambiente, Sedru, SLU, Sudecap, Urbel, etc.). Tivemos oportunidade de participar de diversas reuniões e visitas técnicas, feitas em conjunto, para afinarmos as metas e atividades do projeto Izidora com as diversas ações da governança municipal e regional. De um modo geral, podermos afirmar que a PBH sempre nos ajudou, seja prestando muitas informações relevantes, como também prestando valiosas orientações a toda a equipe de trabalho. Apesar disso, pudemos perceber, pelos contatos com as lideranças da ocupação e com moradores, que a relação entre a PBH e a comunidade tem sido marcada por altos e baixos.

Durante a Conferência Habitat III, em 2016, a região do Izidora foi destacada como aquela que possui um dos mais graves conflitos fundiários urbanos da América Latina. Nesse momento, a PBH assume o compromisso de implementar em toda a região (que inclui além da Ocupação Vitória, as outras ocupações tais como Rosa Leão,

Esperança, etc.) as diretrizes da Nova Agenda Urbana e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Em janeiro de 2021, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH), o Escritório das Nações Unidas de Serviços para Projetos (UNOPS) e a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) do Ministério das Relações Exteriores (MRE) assinaram o Projeto "Urbanização Sustentável da Região da Izidora em Belo Horizonte", com o código: "Projeto NOPS/22463".

O Plano de Urbanização Sustentável da Izidora faz parte do Programa de Proteção Ambiental e Melhorias Urbanas na Região da Izidora (PRO-IZIDORA), implementado pela PBH, que inclui outras atividades, como o cadastro socioeconômico das famílias, a existência de um Centro de Referência Urbana (CREURB) para escuta das demandas da comunidade, vistorias e obras locais de contenção para minimizar situações de risco, obras de manutenção e melhorias do sistema viário, implantação de hortas comunitárias, controle de novas construções, principalmente em áreas consideradas de risco.

O projeto PRO-IZIDORA prevê uma série de alternativas para as futuras intervenções na Ocupação Vitória. A partir dos diagnósticos e análises técnicas está sendo desenvolvido um modelo de desenvolvimento urbano diferente do tradicionalmente adotado. Esperamos que os resultados do Projeto Izidora possam contribuir para o refinamento desse modelo.

Apesar do instrumento legal (ADE Isidoro) e das várias iniciativas já elencadas da PBH, vários estudos apontam a existência de um emaranhado de outros instrumentos legais que ainda pode colocar a área do Izidoro em risco, uma vez que são grandes os interesses imobiliários envolvidos (Urbanismo Biopolítico. 2013).

Avaliação final do Projeto.

Pontos positivos

Estamos muito felizes com a aproximação do final do Projeto Izidora. Acreditamos ter alcançado a maior parte, se não todas as metas previstas. A seguir, apresentamos alguns pontos que julgamos serem os pontos mais relevantes do projeto.

Impacto 1 – Integração entre os membros da equipe do projeto

O projeto teve o seu início (metas 1.1 e 1.2) caracterizado por conflitos dentro da equipe relacionados à questão da anuência dos proprietários, à questão de como deveriam ser encaminhados e financiados os pedidos de licenciamento e dispensa de licenciamento bem como com a falta de integração entre a cientista social, inicialmente contratada e o restante da equipe de trabalho.

Algumas atitudes tomadas pela coordenação, principalmente no tocante a substituição de alguns membros da equipe, à ênfase dada na obtenção da anuência dos proprietários foram muito importantes para sanar os problemas iniciais.

Outro ponto que revelou ser muito importante foi a criação da secretaria do projeto que facilitou muito o agendamento e a realização de diversas reuniões de trabalho; a secretaria também otimizou os processos de compras e recebimentos de equipamentos bem como o processo de treinamento e pós-venda dos equipamentos mais sofisticados tais como sondas, drones e GKSS-RTK

Impacto 2 – Relacionamento com as lideranças comunitárias

A situação inicial era caracterizada pela dificuldade de comunicação, pelas desconfianças. A equipe do projeto, especialmente a atuação do cientista social, Alysson Armondes, conseguiu aumentar muito não só a interação, mas estabeleceu um vínculo de confiança com as lideranças políticas da comunidade Vitória.

Merece destaque o fato de que o cientista Social, Alysson, conseguiu obter da comunidade a verbalização da história da Ocupação Izidora. O seu relato histórico que reflete essa parceria que será apresentado no primeiro capítulo do livro do projeto.

Impacto 3 – Percepção e entendimento do projeto Izidora pela comunidade

O início do projeto foi marcado pela dificuldade da equipe em se relacionar com os membros da comunidade. Havia uma desconfiança dos moradores em relação às reais intenções do projeto. Embora, tenhamos feitos diversas reuniões explicando quais eram os objetivos do projeto, alguns membros da comunidade sempre questionavam se o projeto tinha a intenção de desalojar os moradores situados nas áreas de risco, ou se o projeto era parte das ações da prefeitura para abrir novas ruas ou de criar parques ou reservas ambientais onde o acesso da comunidade a elas fosse proibido.

Nesse ponto, a atuação da Profa. Maria Rita Scotti Muzzi foi crucial. A professora não só participava ativamente de todas as reuniões de trabalho com a comunidade, como também visitava as residências individualmente, buscando, através do contato pessoal porta-a-porta, explicar todas as etapas do trabalho. Outros membros da nossa equipe, com suas idas constantes a campo, ao desempenharem os trabalhos de diagnóstico, através do seu trabalho, foram cortando essas arestas na comunicação com os membros da comunidade.

A situação atual, ao final da meta 3.1, é marcada pela completa aceitação da comunidade. Um destaque deve ser feito quanto às entregas dos TEVapS, uma aspiração antiga da comunidade. Os resultados do monitoramento da qualidade de água também demonstraram que as águas da Ocupação Vitória são melhores do que os bairros urbanizados do entorno. Desa forma, podemos garantir que a comunidade não somente já aceitou a presença do projeto, mas tem uma visão positiva do mesmo. Prova disso, é que os mais velhos aceitaram compartilhar a história da ocupação para que o cientista social do projeto, pudesse montar o capítulo do resgate histórico da ocupação.

Impacto 4 – Visibilidade dos resultados alcançados

Os diversos produtos disponibilizados pelo projeto Izidora para a comunidade da Ocupação Vitória são visíveis e aceitos por todos.

Os plantios foram muito bem aceitos principalmente nas nascentes N1, N2. E pudemos perceber que muitos moradores passaram a cuidar das mudas em crescimento. Muitos moradores relataram as melhorias feitas na questão das drenagens e o sucesso das micro-barragens e das bacias de captação. É importante, contudo, ter em mente que esses produtos demandam manutenção periódica e que devemos buscar estratégias para a continuidade do projeto.

Os resultados do monitoramento da qualidade de água são disponibilizados em rede www. Sabemos que as lideranças comunitárias fazem uso desse conteúdo em suas reuniões periódicas com os agentes de governança municipais e estaduais.

Impacto 5 – Estudos ambientais realizados na microbacia do C. Macacos

O início do projeto foi marcado por uma absoluta carência de informação ambiental sobre a microbacia do Córrego Macacos. As lacunas eram muitas e havia uma grande necessidade de conhecimentos básicos tais como a taxa de produção de sedimentos, os focos erosivos, a composição das matas e florestas que ainda estavam de pé, a dinâmica dos brejos, muitos deles com invasões de espécies agressivas de gramíneas exóticas.

Muitas pessoas faziam e fazem uso intensivo das águas para diversos fins. Nesse sentido, o monitoramento da qualidade da água disponibilizou informações importantes para a comunidade tais como o grau de contaminação das águas com coliformes fecais e o grau de contaminação das águas com nutrientes, dentre eles o nitrato que em excesso pode causar sérios problemas de saúde para idosos e mulheres em gestação.

Dessa forma, os mapeamentos com drone, as coletas e análises de solo, os diversos levantamentos florísticos e fito-sociológicos, as diversas análises dos especialistas em saneamento, georreferenciamento e hidrogeológico, bem como o programa de monitoramento da qualidade de água foram essenciais não só para a execução do projeto em si, mas o projeto disponibiliza um banco de dados que certamente irá subsidiar dezenas de outras ações de governança na comunidade.

Impacto 6 – Indução de outras melhorias (Cemig e Copasa) na comunidade

Quando o projeto iniciou suas atividades, em dezembro de 2021, encontramos uma ocupação esquecida pelo estado: não havia luz elétrica, não havia água encanada, não havia esgotamento sanitário, não havia coleta de lixo. As estradas e vielas em péssimas condições, sendo que durante a época chuvosa somente veículos 4x4 poderiam trafegar na comunidade.

Lembro-me perfeitamente de que em uma de nossas primeiras coletas no córrego Macacos a gente deparou com cachorros abandonados completamente

infestados de leishmaniose, deixados em uma loca ao lado do brejo para que ali morressem.

Acreditamos que o a presença constante de diversos membros de nossa equipe na comunidade; as diversas reuniões feitas, as diversas visitas conjuntas realizadas contribuíram de alguma foram para que alguns dos projetos e iniciativas que estavam adormecidas nas gavetas dos prestadores de serviços de eletricidade e saneamento saíssem do papel e passassem a configurar uma realidade palpável para os moradores da Ocupação Vitória.

Impacto 7 – Os TEVaps

Certamente a entrega dos TEVaps foi um dos pontos mais comemorados pela comunidade. A situação anterior, logo no início do projeto, era a seguinte: a maioria das casas não tinha um sistema de tratamento de esgoto funcional. Havia escorrimento de esgotos domésticos em muitas ruas da comunidade e certamente uma forte contaminação com toda sorte de dejetos tanto nos córregos bem como no lençol freático. Essa situação permaneceu nesse estado crítico mesmo durante a pandemia. Eu mesmo contraí a Covid-19 ao final de uma semana trabalhando ativamente de mapeamentos de drone na comunidade.

As entregas dos TEVaps foram motivo de alegria na ocupação. É importante destacar que o Projeto Izidora entregou os TEVaps prontas e em perfeitas condições de operação enquanto outros projetos apenas entregaram os materiais para a construção dos TEVaps (que permaneciam inacabadas por falta de orientação profissional). Os resultados visíveis das intervenções físicas e biológicas nos córregos ajudaram a melhorar a imagem do projeto na comunidade.

Duas atividades socioambientais foram planejadas e executadas com a finalidade específica de apresentar as características da nova tecnologia. Os tutores conseguiram reunir um número considerável de interessados onde foram explicados os principais diferenciais dessa tecnologia (TEVap) em relação às fossas convencionais. Nessas duas oportunidades, os técnicos ficaram à disposição dos moradores para tirar dúvidas, orientar e ouvir os relatos.

Desafios

Inicialmente, é preciso enfatizar que a coordenação e toda a equipe do Projeto Izidora reconhecem a seriedade, a competência técnica e a disponibilidade prestadas por diferentes gerências da CEF ao projeto. Essas qualidades garantiram a plena execução do Acordo de Cooperação Financeira que foi assinado pela RMPC e pelo Fundo Socioambiental da CEF. No entanto, ao encerrar o projeto, a coordenação julga importante destacar alguns desafios que merecem uma reflexão por parte da alta direção da CEF.

Acreditamos ser necessária uma revisão da obrigatoriedade de doação equipamentos e materiais comprados pelo projeto às comunidades beneficiárias Determinados tipos de equipamentos de cunho mais técnico ou científico poderiam ter melhor uso se pudessem permanecer junto aos pesquisadores que executaram o projeto.

A exigência de que todos os pagamentos sejam feitos através de TED ou DOC revelou-se muito complicada em alguns casos, como por exemplo, na compra de combustível. Sugerimos uma maior flexibilidade em determinadas rubricas, tais como materiais de divulgação, gestão de website e similares, despesas de diárias, gastos com combustível, despesas com cartórios, despachantes, taxas e impostos pagos ao município, estado e União.

A coordenação sugere que em futuros projetos seja disponibilizado um website ou aplicativo específico para a comunicação entre o agente executor e a GIGOV já que os anexos de maior porte não são acolhidos nos e-mails enviados à CEF/GIGOV. Acreditamos ser importante a realização de reuniões presenciais periódicas seja com o pessoal da GIGOV seja com a equipe do GERSA.

Deve ser melhor analisada e equacionada a questão da contratação de pessoal em regime de CLT nos projetos apoiados pelo Fundo Socioambiental da CEF. No presente projeto, tivemos glosas relativas aos encargos trabalhistas da secretária executiva contratada de modo exclusivo para o projeto Izidora e que não pertencia aos quadro funcional da empresa. A contratação da secretária foi aprovada no processo de consolidação do projeto e o insumo referente a essa despesa é um dos primeiros a constar na lista dos insumos da Meta 1.1.

Pedimos, respeitosamente, uma revisão dessa posição pela CEF/GERSA/FSA quanto a esse ponto, considerando a prévia aprovação e a existência de insumo para tal despesa na planilha orçamentária.

O futuro

Ao terminarmos o projeto Izidora, julgamos adequado tecer algumas considerações sobre o futuro deste projeto nesse ponto. Muitas dessas melhorias dependem de continuidade e manutenção das ações, particularmente as ações de drenagem de contenção de cheias. Assim, é necessário que se dê continuidade ao monitoramento e a manutenção das intervenções que foram feitas. Além disso, é necessário que sejam feitos estudos socioambientais mais de longo prazo para que possamos quantificar qual terá sido a herança que o Projeto Isidora deixa na comunidade e se vale a pena continuar com projetos dessa natureza em outras comunidades do Brasil.

Um outro aspecto muito importante é a questão das águas da região que são muitas e que estão sob constante ameaça. O monitoramento ambiental das águas gerou um outro capítulo deste livro que trata das áreas úmidas dos brejos que devem merecer uma ação especial de conservação. O desenvolvimento urbanístico das cidades brasileiras, muitas vezes, não leva em conta a necessidade de preservação das áreas úmidas (brejos) que são tidas como áreas que podem causar problemas de saúde pública e são vistas por alguns como um repositório de doenças de veiculação hídrica. Isso pode ser verdade, apenas se elas forem não tiverem o seu manejo adequado.

Finalmente, temos que considerar a questão do saneamento e as obras que são previstas de melhorias na comunidade. Muitos moradores desistiram dos TEVaps na esperança de que a concessionária de saneamento possa em breve entregar não somente a rede de esgotamento, mas também o seu tratamento/destino adequados.

Nós pudemos perceber nos bairros urbanizados, do entorno da Ocupação Vitória, que o esgotamento sanitário muitas vezes não termina com tratamento adequado dos esgotos e sim com a simples canalização dos esgotos “in natura” para os córregos que drenam esses bairros. Hoje, nós temos hoje uma boa qualidade de água nos tributários do Ribeirão Macacos. Esperamos que, no futuro, nós não tenhamos

transformado esses tributários em meras cloacas transportadoras de dejetos orgânicos e domésticos.

Finalmente, preocupa-nos muito a questão das florestas da bacia do Isidoro, principalmente aquelas da margem direita do córrego Macacos que ainda estão em áreas particulares (Setor 2). Nós tentamos várias vezes visitar essas áreas, mas o simples acesso a elas nos foi negado pelos seus proprietários o que em si já levanta suspeitas sobre a real intenção dessas pessoas em relação às florestas sob sua guarda. É preciso que se haja muita transparência no que diz respeito ao futuro dessas áreas privadas que hoje ainda estão totalmente cobertas por vegetação nativa. É muito importante que essas florestas não sejam vítimas da especulação imobiliária.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Fundo Socioambiental – FSA da Caixa Econômica Federal – CEF que através do Acordo de Cooperação Financeira – ACF 209 possibilitou a realização do Projeto Izidora.

Agradecemos igualmente à toda a equipe da Gerência Executiva de Governo Belo Horizonte - GIGOV especialmente a Sra. Paula S. Marra Láguardia e o Sr. Bruno Cesar H. Falabella, coordenador que estiveram sempre dispostos a colaborar e não mediram esforços para tornar a nossa parceria a mais exitosa e frutífera.

Nas pessoas das Profas. Maria Rita Scotti Muzzi (UFMG) e Eliane Vieira (UNIFEI) queremos cumprimentar e agradecer a toda a equipe de doutores, professores universitários (Priscilla Macedo Moura, Juni Silveira Cordeiro, Maria Manoela Gimmler Netto, Marcelo Antonio Nero e Reisila Simone Migliorini) cujas competências e disponibilidades foram de fundamental importância para a execução do projeto.

Agradecemos aos demais profissionais que aturam no projeto: Ana Raquel Teixeira Resende Alysson Armondes da Costa, Vinicius Vieira.

Agradecemos aos estudantes de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado pelos trabalhos executados e pelas inúmeras publicações que virão em função de seus respectivos trabalhos.

Bibliografia

Almeida. R.M. 2017. Contradições da (re)produção do espaço de Belo Horizonte: a raridade de áreas para novos parcelamentos do solo. Oculum Ensaios. 14(3)559-575. ART_01.
https://www.redalyc.org/jatsRepo/3517/351754586008/html/index.html

Andrade, L.A. E. 2017. Crise imanente e conflito social na metrópole de Belo Horizonte: reflexões a partir da "questão da moradia" da "Região da Izidora". Tese de doutorado. Instituto de Geociências. UFMG. Belo Horizonte, MG. 394 págs. ART_02.
https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-ARUK2X/1/binder1.pdf

Borsagli, A. 2019. Do convívio à ruptura: a cartografia na análise histórico-fluvial de Belo Horizonte (1894/1977). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG, 224 págs. ART_03.
http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_BorsagliA_1.pdf

Caixa Econômica Federal - CEF. 2021. Acordo de Cooperação Financeira 209. Brasília (DF). 23 Págs. ACF 209

COHAB. Empreendimento Granja Werneck. Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais COHAB. 9 págs. ART_04.
http://www.cohab.mg.gov.br/empreendimento-granja-werneck-2/

DC *on line*.2020. Projeto de Saneamento de Belo Horizonte é premiado pelo BID. Diário do Comércio. 24/09/2020. ART_05.
https://diariodocomercio.com.br/negocios/projeto-de-saneamento-de-belo-horizonte-e-premiado-pelo-bid/

Duarte, T. B. F. 2013. Granja Werneck: o último grande refúgio verde de BH. Quarta Feira, 28 de agosto d 2013. Jornal O ECO. ART_06.
https://www.oeco.org.br/análises/27525-granja-werneck-o-ultimo-grande-refugio-verde-de-bh/

Gomes, L.L.S., T. S. Cyrino & V. Z. Silva. O que todo cidadão deveria saber sobre as ocupações urbanas : um breve estudo da região de Izidora. Anais do XVI ENAMPUR, Belo Horizonte, MG. ART_07.
http://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/2079/2058

Lerner, J. & Arquitetos Associados. 2010. Plano Urbanístico Preliminar Granja Werneck. ART_08. https://www.jaimelerner.com/portfolio/granja-werneck

Mendes, A. 2014. Proprietários de terreno propõem à prefeitura construção de moradias. Jornal Hoje em Dia 15/08/2014. ART_09.
https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/propriet%C3%A1rios-de-terreno-prop%C3%B5em-%C3%A0-prefeitura-constru%C3%A7%C3%A3o-de-moradias-1.271339

Minha Casa, minha vida da Granja Werneck pode sair do papel a partir de hoje. Jornal O Estado de Minas, 25/10/2016. ART_10.

https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2016/10/25/internas_economia,817440/minha-casa-minha-vida-da-granja-werneck-pode-sair-do-papel.shtml

MYR Projetos Sustentáveis. 2011a. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 1. Pp 1-113. ART_11.

MYR Projetos Sustentáveis. 2011b. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 2. Pp 114-229. ART_12.

MYR Projetos Sustentáveis. 2011c. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 3. Pp 230-348. ART_13.

MYR Projetos Sustentáveis. 2011c. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 4. Pp 349-453. ART_14.

MYR Projetos Sustentáveis. 2011d. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 5. Pp 454-572. ART_15.

MYR Projetos Sustentáveis. 2011e. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 6. Pp 573-677. ART_16.

MYR Projetos Sustentáveis. 2011f. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 7. Pp 678-790. ART_17.

MYR Projetos Sustentáveis. 2011g. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 8. Pp 791-901. ART_18.

MYR Projetos Sustentáveis. 2011h. Estudo de Impacto Ambiental – Granja Werneck. Santa Margarida Empreendimentos Imobiliários LTDA. 950 págs. Parte 9. Pp 902-950. ART_19.

Nascimento, D. As políticas habitacionais e as ocupações urbanas: dissenso na cidade. Cad. Metrop., São Paulo, v. 18, n. 35, pp. 145-164, abr 2016. ART_19A. http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3507

O Ecológico. 2021. As pedreiras de Kail. Revista “O Ecológico”; Edição 96. Fevereiro de 2021. ART_19B. Revista Ecológico | As "pedreiras" de Kalil (revistaecologico.com.br)

Prefeitura de Belo Horizonte –PBH. 2010a. Estudos básicos a Região do Isidoro. 27 págs. ART_20. https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/ouc_estudos_basicos_isidoro_diagnostico.pdf

Prefeitura de Belo Horizonte –PBH. 2010b. Plano Urbano-Ambiental da Região do Isidoro. Secretaria Municipal de Políticas Urbanas. PBH. 177 págs. ART_21.

https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/ouc_plano_urbano_ambiental_isidoro.pdf

Região do Isidoro. Bairros de BH. 4 páginas. Jornal Bairros de Belo Horizonte. ART_22. http://m.bairrosdebelohorizonte.webnode.com.br/

Rodrigues, G. A. B. L. 2016. O caso Izidora as ocupações urbanas e a reprodução do espaço em Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Minas Gerais. 119p. ART_23. https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MMMD-AKMP8C/1/disserta__o_guilherme_final.pdf

Senra, J.B. 2018. Epitáfio: a floresta se despede da cidade? Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia, IGC, Universidade Federal de Minas Gerais. 184 págs. ART_24. https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/EQVA-BBXDWT/1/disserta__o___j_lia_benfica_senra.pdf

Soares, R. 2017. Regularização fundiária versus reintegração da Mata do Isidoro. 5 Encontro Internacional de Política Social/ 12 Encontro nacional de Política Social. Vitória. 5 a 8 de junho de 2017. 12 páginas. ART_24A.

Siqueira, H. 2011. Último bairro de BH. Jornal Estado de Minas.20/05/2011. ART_25. https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2011/05/20/interna_noticias,44794/ultimo-bairro-de-bh.shtml

Urbanismo Biopolítico. a luta da Izidora: enquanto insurgência contra o Estado Capital, é uma das lutas acompanhadas pelo grupo de pesquisa da UFMG indisciplinar. ART_26. http://pub.indisciplinar.com/izidora/

Recuperação de florestas e águas em ambientes urbanos: Projeto Izidora, Belo Horizonte – Brasil

GLOSSÁRIO

ÁGUAS NEGRAS E CINZAS (TVAPS)

Segundo EMATER (2021), um pré-requisito para o uso do TEVap é a separação da água servida na casa. Apenas aquele efluente advindo dos vasos sanitários deve ir para o tanque (águas negras). As outras águas servidas, provenientes de pias e chuveiros, são as águas cinzas que devem ir para outro sistema de tratamento, conforme recomendação da ABNT, o círculo de bananeiras.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)

Área natural destinada à conservação dos atributos bióticos (fauna e flora), estéticos ou culturais presentes. A APA é uma unidade de conservação de uso sustentável que permite a ocupação humana. Estas unidades procuram promover uma ocupação humana ordenada e sustentável. As APAs podem ser estabelecidas em áreas de domínio público ou privado, pela União, Estados ou municípios, não exigindo a desapropriação das terras privadas. No entanto, as atividades e usos desenvolvidos nas APAs estão sujeitos a regras específicas a um plano de manejo (que muitas vezes não existe). As condições para a realização de pesquisas científicas e a visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade, enquanto nas propriedades privadas, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais (REF 01).

ARGISSOLO

Solos caracterizados pela presença de horizonte diagnóstico B textural, apresentando grande acúmulo de argila. Esses solos se caracterizam frequentemente pela baixa atividade da argila (CTC), podendo exibir altos teores de alumínio. Os argissolos podem tanto ser solos distróficos (baixa saturação de bases), quanto eutróficos (alta saturação de bases), sendo normalmente ácidos (REF 01-B).

ASSOREAMENTO

É o processo pelo qual os cursos d'água passam a ser ocupados por sedimentos rochosos, bancos de areia, matéria orgânica e inorgânica. A ação das águas em áreas sem vegetação aumenta a deposição de sedimentos nos rios e lagos. O assoreamento é a causa frequente de inúmeros problemas tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais: enchentes, perda de volume e qualidade de água, queda nos valores de biodiversidade, problemas variados de saúde pública tais como o aumento de doenças de veiculação hídrica. Uma das principais atrações turísticas da cidade de Belo Horizonte é a represa da Pampulha que já perdeu mais de um terço de seu volume original devido ao processo do assoreamento (REF 02)

BACIA HIDROGRÁFICA

Entende-se por bacia hidrográfica toda a área de captação natural da água da chuva que escoa superficialmente para um corpo de água ou seu contribuinte. Os limites da bacia hidrográfica são definidos pelo relevo, considerando-se como divisores de águas as áreas mais elevadas (REF 03).

BIÓTOPO

O termo vem da língua grega, segundo a qual "bio" significa "vida" e "tópos" pode ser traduzida como "lugar"). Um biótopo pode ser entendido como a base física onde um determinado conjunto de espécies (a comunidade) vive. O termo normalmente inclui a matriz ambiental, ou seja, o conjunto de propriedade físicas e químicas que podem inclusive serem usadas como seus atributos (Pinto-Coelho, 2003).

BREJOS

Brejos são zonas úmidas encontradas em baixios topográficos (depressões) ou em áreas com encostas altas e solos de baixa permeabilidade (taludes de infiltração). Em alguns casos, os alagados podem ser encontrados em locais mais altos, onde o solo está mal drenado. As zonas úmidas recebem diferentes nomes, tais como brejos, banhados, charcos, pântanos, etc. Os brejos formam uma transição entre terras altas (sistemas terrestres) e os ecossistemas tipicamente aquáticos, tais como rios, lagos, etc. Os brejos são áreas que permanecem alagadas o tempo suficiente para excluir espécies de plantas que não podem crescer em solos saturados de água. Por outro lado, esses biótopos apresentam uma dinâmica de inundação e seca que permite a colonização e a evolução de organismos altamente adaptados à essas condições. Os brejos são normalmente malvistos por uma parcela da sociedade que vê neles um repositório de problemas de saúde pública (o que pode ser verdade, se forem mal manejados) e que impedem o avanço da urbanização. Acreditamos que é preciso mudar os modelos vigentes de urbanização que preconizam a abertura das chamadas "avenidas sanitárias", a canalização parcial ou total dos cursos de água com o concreto e a crescente impermeabilização, frequentemente associada à remoção da vegetação ripária e dos brejos (Pinto-Coelho & Saenz, Cap. 3).

CÍRCULO DE BANANEIRAS

São elementos complementares às fossas de evapotranspiração que têm por função tratar localmente as águas cinzas. Consiste em um buraco em formato de bacia, com 1,5m de diâmetro e 1,2m de profundidade para uma casa de uma família (em torno de 4 pessoas). Para a instalação do círculo de bananeiras não são necessários materiais industrializados, bastando apenas encontrar os diversos materiais orgânicos citados e as plantas a serem plantadas.

COMUNIDADE

A comunidade é um termo que no contexto desse livro possui dois significados completamente diferentes. Em Ecologia, entende-se por comunidade um ou mais conjuntos de populações naturais vivendo em um ecossistema. A comunidade, no senso ecológico, possui uma série de atributos tais como riqueza, diversidade, estratificação, zonação e dinâmica espaço-temporal. A comunidade de organismos bentônicos é aquela formada pelos organismos que vivem no fundo de lagos, rios e brejos (Pinto-Coelho, 2001). Já em sociologia, entende-se por comunidade um conjunto de pessoas que se organizam sob o mesmo conjunto de normas, geralmente vivem no mesmo local, sob o mesmo governo ou compartilham do mesmo legado cultural e histórico. As pessoas que vivem no mesmo bairro, aldeia ou cidade formam diferentes comunidades (REF 04).

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável aparece como sendo o novo fundamento para manter um crescimento saudável da humanidade. Existem, na literatura, inúmeros conceitos de sustentabilidade. O mais simples invoca a união das dimensões ambiental (1), social (2), econômica (3) e cultural (4). Segundo a visão da ONU, a verdadeira sustentabilidade do desenvolvimento humano só será alcançada se conseguirmos eliminar as fragilidades existentes nas diferentes sociedades. Essas fragilidades podem ser vistas em várias dimensões: segurança alimentar, bem-estar das populações (saúde, trabalho, segurança física etc.), desenvolvimento econômico da sociedade em geral e das cidades, disponibilidade de energia barata, confiável e mais limpa e qualidade do meio ambiente, obtida pela manutenção da estrutura e função dos ecossistemas (Pinto-Coelho & Havens, 2014).

DIAZOTRÓFICO

Tratam-de de microorganismos capazes de fixar o nitrogênio atmosférico. Algumas plantas superiores, ao se associarem a determinadas bactérias diazotróficas, são capazes de "fixar" o nitrogênio atmosférico tais como as leguminosas e diversos tipos de gramíneas (Moreira et al. 2010).

DRENAGEM URBANA

É o sistema de manejo projetado pelo poder público do município para coletar águas provenientes da chuva e escoá-las para galerias de águas pluviais até um curso hídrico capaz de recebê-las. É muito importante a distinção entre drenagem urbana e esgotamento, pois a rede de drenagem urbana não deve receber esgotos (REF 05)

ECOLOGIA

Segundo Pinto-Coelho (2001), apesar de seu desenvolvimento rápido, a ecologia ainda pode ser considerada uma *soft science*, assim como a economia, onde ainda não existe uma fundamentação teórica rígida. Não é de se estranhar, portanto, que a

ecologia seja definida de diferentes formas segundo diferentes autores. Abaixo são fornecidas algumas destas definições:
a) Ecologia: história natural científica (Elton, 1927).
b) Ecologia: Estudo científico da distribuição e abundância de organismos (Andrewartha, 1961).
c) Ecologia: Biologia de grupos de organismos. Estudo da estrutura e função da natureza (Odum, 1963). É uma definição muito importante uma vez que ela ressalta a importância dos processos ecofisiológicos na determinação da estrutura dos ecossistemas.
d) Ecologia: Estudo científico das interações que determinam a distribuição e abundância dos organismos (Krebs, 1972). Trata-se de uma visão que busca ressaltar a importância das interações bióticas (competição, predação) na estruturação das comunidades.
e) Ecologia: Estudo do meio ambiente enfocando as interrelações entre os organismos e seu meio circundante. Observar que esta definição invoca noções físico-biológicas (Ricklefs, 1980). Texto extraído do livro Fundamentos em Ecologia (Pinto-Coelho, 2001).

Nas últimas décadas, a ciência ecológica aumentou notavelmente a sua base teórica, com a chegada de teorias importantes tais como a biogeografia de ilhas, os modelos neutralistas e as teorias que explicam as oscilações populacionais em diferentes condições de equilíbrio. Entretanto, a Ecologia ainda não é capaz antever ou evitar com precisão as grandes mudanças ou os impactos sofridos pela biota.

EUTROFIZAÇÃO

Fenômeno ecológico caracterizado pelo aumento da produção e da biomassa de algas e outras plantas aquáticas em decorrência do aporte descontrolado e contínuo de nutrientes essenciais, principalmente nitrogênio e fósforo. A eutrofização leva a uma rápida deterioração não só da qualidade de água (decréscimos na transparência, oxigenação e aumentos na turbidez, nutrientes e biomassa, emanação de odores, etc.), mas também causa distúrbios em todas as comunidades aquáticas envolvidas, tais como mortes de peixes, florações de algas e cianobactérias, algumas das quais com propriedades tóxicas para a biota e o ser humano (original, RMPC).

ERODIBILLIDADE (K)

Trata-se da suscetibilidade do solo, expressa pelo fator K, ao processo erosivo gerado pela ação mecânica das chuvas. A erodibilidade pode ser medida através da quantidade de material removido por unidade de área. Já o termo erosividade refere-se à capacidade potencial dos diferentes níveis de precipitação em gerar transporte de sedimentos, por erosão (Adaptado de várias fontes, RMPC).

EROSÃO

O termo descreve a remoção de materiais por agentes naturais em movimento na superfície terrestre. Esses materiais podem ser naturais ou não. A água corrente, o gelo e o vento são alguns exemplos de agentes erosivos. A erosão é um dos processos

responsáveis por esculpir o relevo e modificar continuamente a superfície terrestre (REF 06). A erosão foi um tópico tratado com detalhes nos capítulos 2 e 6 desse livro e foi um dos principais agentes da degradação ambiental nos quatro córregos estudados pelo Projeto Izidora.

EXUTÓRIO

Região inferior de uma bacia hidrográfica, onde pode-se medir todo o escoamento superficial gerado à montante. A quantidade de água medida no exutório é entendida como sendo a descarga ou vazão da bacia (à montante) (Original, RMPC).

FOSSA SÉPTICA OU COMUM

A fossa séptica é um tanque que pode ser de concreto ou qualquer outro material capaz de armazenar dejetos sólidos e líquidos originados no esgoto doméstico. A função básica de uma fossa consiste em decantar ou sedimentar os sólidos, bem como propiciar uma decomposição anaeróbica da matéria orgânica o que resulta na diminuição dos coliformes fecais, da demanda bioquímica de oxigênio e principalmente do teor de matéria orgânica em suspensão. O sistema é indicado para ser instalado em residências, geralmente em zonas rurais, que não possuem acesso às redes de esgoto urbanas. Como as fossas comuns possuem uma saída de efluente no solo, recomenda-se, com o passar do tempo, retirar os dejetos do fundo da fossa séptica com uma máquina "limpa-fossa" e destiná-los para um aterro sanitário específico. Embora não seja recomendável, as fossas sépticas são ainda muito comuns em áreas urbanas em todo o Brasil o que inevitavelmente favorece a contaminação do solo, do lençol freático e dos cursos de água dessas áreas (RMPC, original).

IMPACTO AMBIENTAL

Segundo a Resolução nº 001 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), de 23 de novembro de 1986, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das ações antrópicas que, direta ou indiretamente, afetam: 1 - a saúde, a segurança, o bem-estar e as atividades socioeconômicas da população; 2 - a biota, constituída pelo conjunto de animais e vegetais de uma dada região; 3 - as condições estéticas e sanitárias de meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (REF 07).

INTEMPERISMO

Conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que atacam as rochas, seja por desagregação física (ex: estresse térmico), seja por ataque químico (ex: ácidos inorgânicos ou orgânicos) ou por ação de micro-organismos, plantas e animais que resultam na desagregação das rochas e na estruturação dos solos e na formação do relevo (Original, RMPC).

LATOSSOLOS

São solos com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade. Os latossolos apresentam tendência a formar crostas superficiais, possivelmente, devido à floculação das argilas que passam a comportar-se funcionalmente como silte e areia fina. Os latossolos são muito intemperizados, com pequena reserva de nutrientes para as plantas, representados normalmente por sua baixa a média capacidade de troca de cátions. Mais de 95% dos latossolos são distróficos e ácidos, com pH entre 4,0 e 5,5 e teores de fósforo disponível extremamente baixos, quase sempre inferiores a 1 mg/dm³. Em geral, são solos com grandes problemas de fertilidade (REF 08).

MATA GALERIA

Por mata de galeria entende-se a vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água. Geralmente localiza-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo. As árvores dessa mata geralmente não perdem as folhas durante o período seco. Quase sempre é circundada por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens, e em geral ocorre uma transição brusca seja com o cerrado ou campos de altitude. A transição é quase imperceptível quando ocorre com outras formações florestais tais como o cerradão ou as matas secas (REF 09).

MICROBARRAGENS

Termo usado no presente estudo para descrever pequenas estruturas de pedra usadas para conter as enxurradas e diminuir a sedimentação a jusante de pequenos córregos. Nesse livro é discutido em detalhes a necessidade e a eficácia dessas estruturas na recuperação da vegetação ripária. É importante destacar que o termo não é previsto na legislação ambiental brasileira e por isso o seu uso ainda não é disseminado (original, RMPC).

MICROHABITAT

O micro-habitat é uma redução do conceito de habitat e, em geral, refere-se a lugar específico onde determinadas espécies com nichos ecológicos similares podem viver, encontrar seu alimento e se reproduzir. Por exemplo, no habitat de uma floresta tropical, existem uma infinidade de micro-habitats específicos, tais como o dossel, a rizosfera, a água que se acumula ao redor das folhas das epífitas ou mesmo um tronco em decomposição que seria o micro-habitat de muitos insetos e outros invertebrados (Pinto-Coelho, 2001).

NITROGENASE

Trata-se de uma enzima importante no processo de fixação biológica do nitrogênio que determinados micro-organismos são capazes de fazer. A enzina converte o nitrogênio gasoso (N_2) em amônia (NH_3). Esses micro-organismos podem viver livres em diversos ecossistemas ou podem estar associados às plantas superiores, tais como as leguminosas (Moreira et al. 2010).

OCUPAÇÃO x INVASÃO

Diante da carência de moradias que existe no Brasil, tanto as ocupações quanto as invasões são comuns. Assim, é importante que os dois conceitos sejam diferenciados. As ocupações são legais e todas possuem alguma concessão de uso, que pode ter várias destinações, e essas devem ser obedecidas. A irregularidade da ocupação ocorre quando há o reparcelamento ou parcelamento fora da finalidade atribuída àquela área. Uma pessoa que possui a concessão de uso para uma área rural, por exemplo, não tem autorização para fazer o parcelamento do terreno. Caso o faça, o ato não configura invasão, mas o cometimento de uma irregularidade, pois a destinação-fim não é aquela. Uma invasão é uma apropriação ilegal de uma área que tem uma determinação que impede essa tomada. As limitações podem ser área de preservação permanente, estar em área de risco, ter sido tombada pelo patrimônio histórico, estar em faixa de domínio ou qualquer apontamento que determina a não ocupação (REF 10).

PERMACULTURA

Projeto socioambiental de cultivo consciente que tem como objetivo realizar uma abordagem agrícola alternativa e autosustentável. A permacultura está baseada em um planejamento racional dos sistemas produtivos. Dois são os seus objetivos principais: manter a rentabilidade e ao mesmo tempo buscar uma harmonia com a paisagem natural (original, RMPC).

QUALIDADE DE ÁGUA

Uma boa qualidade das águas é o pré-requisito fundamental para uma convivência harmoniosa entre o homem e a natureza e para o desenvolvimento sustentável. Mas, afinal o que é uma boa qualidade de água? Existem inúmeros dispositivos legais e normas ambientais que descrevem minuciosamente a questão (CONAMA 357 e outros). Mas aqui, o importante a dizer é que uma boa qualidade de água pressupõe inexistência de contaminações ou de qualquer tipo de poluição. Uma água sem contaminantes significa uma água livre de metais tóxicos, de poluentes orgânico-persistentes (fármacos e outros), livre de material radioativo ou de agentes patogênicos, dentre outros.

E o que significa uma água livre de poluição? A forma mais comum de poluição é a poluição orgânica por esgotos domésticos, um assunto que foi amplamente discutido nesse livro. A poluição por esgotos se reflete em algumas variáveis tais como na condutividade elétrica, nos cloretos, nos teores de coliformes fecais, nas demandas de oxigênio, nos teores de nitrogênio e fósforo.

Outro tipo importante de poluição é a poluição por sedimentos gerados pela erosão e pelo desmatamento. Essa poluição é refletida nos valores de turbidez, nos diferentes tipos de sólidos em suspensão e na cor, por exemplo. Esse tipo de poluição foi também tratado aqui nesse livro. Enfim, uma água de boa qualidade é uma água que permite vários usos múltiplos, que pode ser avaliada como um importante recurso para a população local e que não seja apenas usada como meio de transporte de dejetos e poluição (original, RMPC).

RECUPERAÇÃO DA PAISAGEM

Se você fizer uma pesquisa na www através de qualquer um dos mecanismos de busca usuais, usando o conceito "recuperação da paisagem", irá perceber logo que a maior parte das definições está voltada à recuperação das paisagens florestais (RPF). Entendemos que o presente livro mostra de forma inequívoca que recuperar uma paisagem é muito mais do que recuperar florestas. Recuperar as diferentes feições do ecossistema inclui muito mais do que as formações florestais, pois inclui também recuperar as outras comunidades naturais tais como campos úmidos, brejos, alagados, formações de transição (ecótonos) e muito mais. Nesse livro, por exemplo, apresentamos um capítulo inteiramente voltado à valorização e preservação dos brejos. Recuperar uma paisagem pressupõe recuperar as suas águas superficiais e subterrâneas também. E não é só isso. Recuperar a paisagem implica em conservar e valorizar a paisagem humana, a cultura e os costumes regionais e incentivar a melhoria de vida de cada pessoa que ali vive. Recuperar a paisagem requer respeito aos valores locais, aos idosos, às mulheres, às crianças e também aos animais domésticos, bem como o completo restabelecimento dos usos sustentáveis da terra. Na realidade, é o tema da recuperação da "paisagem" é a questão central do presente livro (RMPC, original).

RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos são todos os materiais descartados que chegaram ao fim de sua vida útil. É o termo técnico para o conceito popular de "lixo". Esses resíduos são produzidos por residências, estabelecimentos comerciais, industriais, hospitalares e instalações físicas em geral. A classificação dos resíduos no Brasil é normatizada pela NBR 10.004/2004, que caracterizou todos os tipos de resíduos como perigosos ou não perigosos. (REF 11).

Segundo a ABNT NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são aqueles que: "resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição". Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cuja particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível."

É muito importante entender que boa parte do que é descartado pela sociedade moderna pode ser reciclado, reaproveitado e inserido de volta nas diversas cadeias produtivas. Infelizmente a reciclagem ambiental ainda é muito pouco presente como uma atividade digna, produtiva e geradora de emprego e renda (Pinto-Coelho, 2009).

SANEAMENTO

Saneamento básico é um conjunto de serviços fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico de uma região. O saneamento inclui o abastecimento de água, esgotamento sanitário (incluindo as estações de tratamento de esgotos), limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos (incluindo a reciclagem) e de águas pluviais. O saneamento básico é um direito garantido pela Constituição (Lei nº. 11.445/2007), e uma ferramenta estratégica essencial para o desenvolvimento da qualidade de vida no País. Além de ser essencial para a saúde humana, o saneamento é vital para a sustentabilidade dos nossos rios e das águas subterrâneas que hoje sofrem com o aporte indiscriminado de dejetos líquidos e sólidos. A falta de saneamento básico afeta a saúde e as perspectivas de desenvolvimento de milhões de brasileiros (REF 12).

SISTEMAS ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

O SES pode ser definido com um conjunto de instalações e obras e serviços visando a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final dos esgotos domésticos e industriais. É muito comum que as concessionárias de serviços de saneamento municipal deixem de fazer o tratamento e a disposição final dos efluentes coletados. Muitas pessoas no Brasil, apesar de pagarem valores elevados em suas contas de água e esgoto, ainda pensam que serviço de saneamento não inclui o tratamento final dos esgotos (original, RMPC).

TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO

TeVap é um sistema receptor de águas negras fechado no qual não existe efluente líquido que possa ser gerado desde seu interior, seja para filtros ou sumidouros. Dessa maneira, trata-se de um sistema de tratamento que não polui o solo, nem o lençol freático.

TRIBUTÁRIO

Tributário ou afluente são cursos de água menores que deságuam em rios principais. Um tributário não flui diretamente para um oceano, mar ou lago. Os afluentes e o rio principal servem para drenar uma determinada bacia hidrográfica. Ao ponto de junção entre um rio e um afluente é dado o nome de confluência. Os afluentes podem ser classificados em afluentes direitos ou esquerdos, segundo a posição onde se unem ao rio principal quando se está de frente para a foz (REF 13).

URBANIZAÇÃO

A urbanização é o processo de crescimento das cidades. Na Europa e nos EUA, esse processo ocorreu de forma gradual com o advento da revolução industrial, principalmente durante o século XIX. Já nos países emergentes, na América do Sul, Asia e África, o crescimento das cidades ocorreu mais recentemente, como resultado do fluxo migratório que ocorreu a medida que a agricultura se tornava cada vez mais mecanizada e também porque as oportunidades de trabalho se multiplicaram nas cidades.

A urbanização brasileira é um processo histórico marcado pelo aumento da população urbana e da área territorial das cidades. O crescimento das cidades no Brasil foi historicamente acompanhado pelas atividades econômicas desenvolvidas no país.

São causas da urbanização brasileira a mecanização do campo, o êxodo rural e a industrialização nacional. O processo de urbanização brasileiro aconteceu de forma acelerada e desordenada. Logo, gerou consequências como problemas urbanos, desastres naturais e desigualdade social (REF 14).

O modelo de urbanização adotado por muitas cidades no Brasil é caracterizado por um descaso com as necessidades básicas da população principalmente em termos de saneamento básico. O resultado é sempre o mesmo: poluição e desmatamento, baixa qualidade de moradia, problemas de saúde pública e falta de infraestrutura básica de transportes, saúde e educação.

MATA RIPÁRIA e MATA DE GALERIA

Mata Ripária pode ser subdividida em duas categorias, mata ciliar e mata de galeria. A mata ciliar é definida como a vegetação florestal que acompanha os rios de médio e grande porte na região do Cerrado, em que a vegetação arbórea não forma galerias. Em geral essa mata é relativamente estreita em ambas as margens, dificilmente ultrapassando 100 metros de largura em cada. É comum a largura em cada margem ser proporcional à do leito do rio, embora em áreas planas a largura possa ser maior. Porém, a mata ciliar ocorre geralmente sobre terrenos acidentados, podendo haver uma transição nem sempre evidente para outras fisionomias florestais como a Mata Seca e o Cerradão (REF 15).

Mata de Galeria entende-se a vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água. Geralmente a Mata de Galeria localiza-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo. Essa fisionomia é perenifólia (caducifólia), isto é, não apresenta queda de folhas na estação seca. Quase sempre a Mata de Galeria é circundada por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens, e em geral ocorrem uma transição brusca com formações de savanas ou campestres. Essa transição é quase imperceptível quando ocorre com Matas Ciliares, Matas Secas ou mesmo Cerradões, o que é mais raro, embora seja diferenciada pela composição florística (REF 16).

BIBLIOGRAFIA

EMATER, 2021. Tanque de evapotranspiração para o tratamento de efluentes do vaso sanitário domiciliar. Departamento Técnico-DETEC/EMATER-MG. Acesso 29/09/2021. DETEC_AmbientalTEVap_com_defluvio.pdf (emater.mg.gov.br)

EMBRAPA. 2024. Argissolos. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/argissolos Acesso em 23FEV2-24

Moreira, F. M. S, K. Silva, R. S. A. Nóbrega & F. Carvalho.2010. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. Comunicata Scientiae 1(2): 74-99.

Pinto-Coelho, R.M. 2001. Fundamentos em Ecologia.Soc. Ed. Artes Médicas - ARTMED, Porto Alegre (RS). 252 p.

Pinto-Coelho, R.M. 2009. Reciclagem e Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Recóleo Coleta e Reciclagem de Óleos Vegetais Editora, Ltda. Belo Horizonte, (MG), ISBN 978-85-61502-01-0, 340 pgs.

Pinto-Coelho, R.M. & K. Havens. 2014. Crise nas Águas. Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda de qualidade das águas. Recóleo Editora, Belo Horizonte, (MG). ISBN 978-85-61502-05-8, 162 pgs.

REFERÊNCIAS WWW

REF 01 https://uc.socioambiental.org/pt-br/noticia/152206. Acesso em 24FEV2024.

REF 01 B https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/argissolos

REF 02 http://www.rmpcecologia.com/art_pdf/art_63a.pdf Acesso em 24FEV2024.

REF 03 https://sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas Acesso em 24FEV2024.

REF 04 https://pt.wikipedia.org/wiki/Comunidade Acesso em 24FEV2024.

REF 05 https://www.rgsengenharia.com.br/blog/drenagem-urbana-entenda-o-que-e-e-sua-importancia. Acesso em 24FEV2024.

REF 06 https://www.ecycle.com.br/o-que-e-erosao/ Acesso em 24FEV2024.

REF 07 https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF Acesso em 24FEV2024.

REF 08 https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos Acesso em 24FEV2024.

REF 09 https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado/mata-de-galeria Acesso em 24FEV2024.

REF 10 https://segov.df.gov.br/qual-a-diferenca-entre-ocupacao-irregular-e-invasao/ Acesso em 24FEV2024.

REF 11 https://cgirsvj.ce.gov.br/informa/124/residuos-solidos-o-que-sao-legislacao-a-respeito-e-como-destinar-e-tratar-corretamente Acesso em 24FEV2024.

REF 12 https://tratabrasil.org.br/o-que-e-saneamento/ Acesso em 24FEV2024.

REF 13 https://pt.wikipedia.org/wiki/Afluente Acesso em 24FEV2024.

REF 14 https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/urbanizacao-brasileira.htm Acesso em 24FEV2024.

REF 15 https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?start=6 Acesso em 24FEV2024.

REF 16 https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?start=6 Acesso em 24FEV2024.

Atualizado por RMPC em 12 de março de 2024

Recuperação de florestas e águas em ambientes urbanos: Projeto Izidora, Belo Horizonte – Brasil

Siglas

APP – Área de Preservação Permanente

AUTOVANS – Autovans Locação, Transporte e Serviço Eireli

ACF – Acordo de Cooperação Financeira da Caixa Econômica Federal

CEF – Caixa Econômica Federal

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais S.A.

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CREURB PBH – Conselho de Regularização Fundiária (REURB).

DRONE – Veículo aéreo autônomo não tripulado (VANT)

ECO - Eco engenharia construção e obras Ltda

FSA CEF – Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal

FUNDEP UFMG - Fundação de Apoio da UFMG

GIGOV CEF – Gerência Executiva de Governo

HANGAI E SOUZA - Hangai & Souza Advocacia

INTERPLAN – INTERPLAN Planejamento e Desenvolvimento Urbano Ltda

LASI – Luis Alberto Sáenz Isla (LASI) - ME

MAIS AMBIENTE – Mais Ambiente Engenharia e Consultoria Ltda

NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte

SLU PBH – Serviço de Limpeza Urbana

SEDRU PBH – Secretaria Municipal de Políticas Urbanas

RMPC – RMPC - Meio Ambiente Sustentável (coordenação)

RSA CEF - Comitê Delegado de Sustentabilidade e Responsabilidade Socioambiental

SNUC – Sistema nacional de unidades de conservação

URBEL PBH - Companhia Urbanizadora e de Habitação de *Belo Horizonte*

TVAP – Tanque de evapotranspiração

Atualizado por RMPC em 12MAR2024

Recuperação de florestas e águas em ambientes urbanos:
Projeto Izidora, Belo Horizonte – Brasil

Parceiros

CAIXA FUNDO SOCIOAMBIENTAL CAIXA	RMPC MEIO AMBIENTE SUSTENTÁVEL	UEMG UNIDADE IBIRITÉ	LASI
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS		fundep fundação de apoio da UFMG	INTERPLAN PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO
HS HANGAI & SOUZA ADVOCACIA	MAIS AMBIENTE	PARQUE ECOLÓGICO ECOJ	Dharma Consultoria Ambiental
GEO Consultoria Agro-Ambiental geo2agroambiental@gmail.com 31 97510-5226 | 9988-5008			

Este livro foi composto com tipografia Calibri
e impresso em papel Offset 90 g/m^2, proviniente de floresta manejada na
Koloro Indústria Gráfica, sediada à Rua Viana do Castelo, 275 - São Francisco
Belo Horizonte - Minas Gerais - CEP. 31255-160

Esse livro sintetiza os resultados de um projeto ambiental com foco na recuperação conjunta de florestas e suas múltiplas águas, em uma área carente, situada na periferia de uma capital brasileira. A **Ocupação Vitória**, situada na região conhecida como **Granja Werneck**, zona oeste de **Belo Horizonte (MG)** foi o ponto focal das ações.

O projeto é inovador porque envolve a formação e capacitação de empreendedores especializados em recuperação de águas e florestas em áreas que apresentam grandes desafios, sejam eles logísticos ou ambientais. O projeto também inova porque todas as suas entregas foram negociadas previamente e a condução dos trabalhos foi sempre articulada com os representantes comunitários.

A iniciativa produziu uma série de benefícios a centenas de famílias carentes que podem ser medidos seja na formação de novas florestas, melhoria da qualidade de água e soluções de tratamento de esgotos domésticos, tudo isso ao longo de cursos de águas que atravessam a ocupação. O Projeto Izidora resulta de uma parceria entre empresas privadas especializadas e a competência acadêmica de universidades públicas e privadas e foi financiado pelo Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal.

FSC
www.fsc.org
MISTO
Papel | Apoiando o manejo florestal responsável
FSC® C167157

Apoiador Financeiro:
FUNDO SOCIOAMBIENTAL | CAIXA

ISBN: 978-65-982738-1-1
9 786598 273811