

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

MARIANA DE SARGES MACHADO

**ESTUDO GEOAMBIENTAL DE UMA VOÇOROCA EM CAMPO
MOURÃO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2015

MARIANA DE SARGES MACHADO

**ESTUDO GEOAMBIENTAL DE UMA VOÇOROCA EM CAMPO
MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Câmpus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profª Drª Maristela D. M. Mezzomo.

Co-orientadora: Profª Drª Morgana S. Gonçalves

CAMPO MOURÃO
2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB
Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO GEOAMBIENTAL DE UMA VOÇOROCA EM CAMPO MOURÃO - PR

por

MARIANA DE SARGES MACHADO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 7 de Julho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr^a. MARISTELA D. M. MEZZOMO

Prof. Dr. MORGANA S. GONÇALVES

Prof. Dr. MARCELO G. CAXAMBU

Prof. Dr. EUDES J. ARANTES

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre tão presente em minha vida, me guiando pelos caminhos do bem.

À pequena Luiza, motivo da minha força de vontade e felicidade.

À Eleuza (*in memoriam*), por ter me ensinado os valores mais belos que um ser humano pode transmitir.

Aos meus pais Iraci e João, Marcelo e Angela, por todo apoio, incentivo, amor, e por sempre acreditarem e me mostrarem que eu era capaz.

Ao meu companheiro de todas as horas, meu melhor amigo, Arthur, por compreender minha ausência e cuidar de nossa família com tanto amor e carinho.

À minha segunda família Barradas/Silveira, em especial à Vera e ao Marcos, por toda ajuda, incentivo, ensinamentos e carinho.

Aos professores do curso de Engenharia Ambiental da UTFPR Campo Mourão, em especial: Dra. Maristela Mezzomo, pela paciência, confiança e por todo conhecimento transmitido; Dra. Morgana Gonçalves, pela co-orientação neste trabalho e por todo aprendizado; e ao Dr. Marcelo Caxambu, pelos ensinamentos tão fundamentais à minha formação de Engenheira.

Aos amigos Nathann, Thalita, Suzana e Rhyanne, pela força de todas as horas e risadas diárias.

Aos entrevistados neste trabalho, por me receberem e contarem um pouco de suas histórias.

À UTFPR Campo Mourão por toda estrutura que me foi ofertada, lugar onde escolhi estudar há 10 anos e onde passei os melhores momentos da minha vida.

RESUMO

MACHADO, Mariana S. **Estudo geoambiental de uma voçoroca em Campo Mourão - PR.** 2015. – Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Bacharelado em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

O processo de urbanização tende a impermeabilizar o solo, incidindo diretamente na dinâmica hidrológica. Essa mudança nos caminhos naturais de circulação da água pode acarretar em diversos problemas, entre eles, a erosão urbana. A erosão é o desgaste natural do solo, que pode ser agravada por fatores antrópicos. Quando ocorrida em áreas urbanas, geralmente está relacionada à drenagem urbana, que costuma não acompanhar a expansão da cidade, se tornando muitas vezes ineficiente. As voçorocas urbanas tem se tornado um problema ambiental preocupante nos municípios brasileiros, pois limita a expansão urbana, além de resultar em problemas de ordem ambiental e social. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo realizar um diagnóstico geoambiental de uma voçoroca localizada no município de Campo Mourão, PR. Para a realização desse estudo, na primeira etapa, foram utilizados materiais cartográficos e imagens de satélite, com a finalidade de caracterizar fisicamente a área da e voçoroca. Na segunda etapa foi realizado o levantamento de informações sobre o processo erosivo e realizadas entrevistas com os moradores do entorno. Nas etapas posteriores foram elencadas as causas e consequências do processo erosivo e por fim, sugestões para a contenção do processo erosivo e melhoria da área degradada. Através das entrevistas pode-se conhecer o histórico do processo erosivo, que teve início na década de 1970 e foi se intensificando até a década de 1980. Por volta de 1989 foi realizada a única obra para conter a erosão, sendo feito o aterramento da voçoroca com resíduos da construção civil. Como causas da erosão, foram constatadas a drenagem urbana, a supressão da área de preservação permanente, o aterramento e a construção de um loteamento no terreno ao lado da voçoroca. Esses processos todos culminaram no agravamento da erosão, estendendo suas consequências às residências do entorno, que apresentam estrutura comprometida e à poluição do córrego/voçoroca. A partir do levantamento de causas e consequências, foram propostas ações de melhoria ambiental, a saber: divisão da tubulação que deságua no córrego afluente do Rio KM 119, para que este receba menor volume de água; criação de uma bacia de contenção, por meio de uma estrutura que controle a saída da água, permitindo maior infiltração e diminuindo a velocidade do escoamento; restabelecimento da área de preservação permanente, com a sugestão de espécies importantes no processo de recuperação da área; e suspensão das obras do loteamento, que de acordo com a legislação brasileira encontram-se ilegais.

Palavras-chave: erosão; drenagem urbana; voçoroca periurbana.

ABSTRACT

MACHADO; Mariana S. **Geoenvironmental study of a gully in Campo Mourão - PR. 2015.** – Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Bacharelado em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

The urbanization process tends to waterproof soils affecting the hydrologic dynamic directly. These changes on water's natural paths can result in many problems such as urban erosion. Erosion is the natural soil wearing which can be aggravated by anthropic factors. When this phenomenon occurs in urban areas is generally related to urban drainage that, most of the time, does not follow the city expansion thus becoming inefficient. Urban gullies have become an concerning environmental issue in Brazilian municipalities for they limit urban expansion; moreover, they cause both environmental and social problems. For that reason, the present work objective was to perform a geoenvironmental diagnosis of a gully located in Campo Mourão, PR. In order to realize the study, cartographic material and satellite images were used on the first stage aiming to physically characterize the gully. On the second stage, information about the erosive process was gathered and the surrounding dwellers were interviewed. The following stages were related to causes and consequences of the erosive process and, finally, to suggestions for holding the erosion and improving the degraded area. With the interviews, it was possible to know the history of the erosive process, initiated in the 1970 decade and intensified until the 1980 decade. In the late 1989, a landfilling was performed with construction waste in order to hold the erosion. The causes of the erosion were found to be the urban drainage, the suppression of the permanent preservation area, the landfilling and the creation of a housing development in the surrounding area. All these processes aggravated the erosion process extending its consequences to the nearby area, which has impaired structures and polluted stream inside the gully. Using the information about causes and consequences, some actions for environmental improvement were proposed: division of the pipes that leads water into the affluent stream of KM 119 river so it will receive a lower water volume; the creation of a containment basin using a structure that controls the inflow and outflow of water, which allows a better infiltration and lowers the flow rate; reestablishment of the permanent preservation area along with the suggestion of important species in the recuperation process of the area; and the suspension of the housing development, which is illegal, according to Brazilian legislation.

Key-words: erosion; urban drainage; periurban gully.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 DRENAGEM URBANA	11
3.2 EROÇÃO EM ÁREAS URBANAS	13
3.2.1 Principais Causas da Erosão Urbana	16
3.3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR VOÇOROCAS	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 ÁREA DE ESTUDO	20
4.2 METODOLOGIA	21
5 RESULTADOS	24
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
5.2 FORMAÇÃO E EVOLUÇÃO DO PROCESSO EROSIVO	25
5.3 ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DOS MORADORES DO ENTORNO DA VOÇOROCA	26
5.4 CAUSAS DO PROCESSO EROSIVO	32
5.4.1 Drenagem Pluvial Urbana	32
5.4.2 Aterro	36
5.4.3 Área de Preservação Permanente	37
5.4.4 Loteamento	40
5.5 CONSEQUÊNCIAS DO PROCESSO EROSIVO	41
5.6 PROPOSTAS PARA CONTEÇÃO DO PROCESSO EROSIVO E AÇÕES DE MELHORIA AMBIENTAL NA ÁREA DEGRADA	43
5.6.1 Distribuição da Área Drenada Pelo Emissário	43
5.6.2 Bacia de Detenção	43
5.6.3 Ações de Melhoria Ambiental na Área Degrada	45
5.6.4 Embargo do Loteamento	47
6 CONCLUSÕES	49
APÊNDICE 1	53
APÊNDICE 2	56
APÊNDICE 3	58
ANEXO 1	59
ANEXO 2	61

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Croqui de localização da área de estudo no espaço urbano de Campo Mourão-PR.	20
Figura 2: Área de estudo em relação à malha viária do Município de Campo Mourão – PR	21
Figura 3: Vista interna da voçoroca, Campo Mourão – PR.....	26
Figura 4: Setorização da área de entorno da erosão.	27
Figura 5: Perfil de elevação da Rua Araruna, com destaque para o ponto de alagamento relatado pelos moradores conforme indicação da flecha.....	28
Figura 6: Terreno vizinho à erosão, no início do loteamento, Campo Mourão – PR.	30
Figura 7: Comercialização dos lotes no início das obras, Campo Mourão – PR.	30
Figura 8: Obras de infraestrutura sendo realizadas no loteamento, Campo Mourão – PR.	30
Figura 9: Levantamento dos emissários das galerias pluviais contribuintes do Rio KM 119.	34
Figura 10: Emissário rompido.....	35
Figura 11: Parte da canalização rompida, disposta no meio da erosão.....	35
Figura 12: Talude com a presença de resíduos oriundos do aterro.	36
Figura 13: Entulhos oriundos do aterro com resíduos de construção civil.....	36
Figura 14: Margem da voçoroca desprotegida.	38
Figura 15: Imagem de satélite da área de estudo em 2003.....	39
Figura 16: Imagem de satélite da área de estudo em 2013.....	39
Figura 17: Solo do loteamento exposto, Campo Mourão – PR.	40
Figura 18: Distância entre a residência e a voçoroca.	41
Figura 19: Vista de dentro da voçoroca demonstrando a proximidade entre a residência e o talude, com destaque para o processo de solapamento.	42
Figura 20: Talude com a presença de resíduos.....	42
Figura 21: Água de coloração escura, com espuma e lixo, indicando possivelmente a presença de contaminantes.	43
Figura 22: Exemplo de bacia de retenção.	44
Figura 23: Bacia de retenção localizada no Parque Municipal Prefeito João Ferreira, Cruzeiro do Oeste – PR.	45

1 INTRODUÇÃO

As mudanças realizadas na paisagem para a implantação de cidades incidem diretamente na dinâmica hidrológica natural, modificando os caminhos por onde a água circula. Entre estas mudanças está a retirada da cobertura vegetal e a impermeabilização, que produzem alterações no ciclo hidrológico, capazes de provocar consequências nas áreas urbanas como a erosão urbana (GUERRA, 2011).

A erosão é o processo natural de desgaste do solo que pode ser agravado por fatores antrópicos, os quais, quando aliados ao clima, tipo de solo e relevo, se tornam determinantes para o desenvolvimento do fenômeno erosivo (GUERRA, 2011). Quando esse desgaste ocorre em áreas urbanizadas, ou no entorno das cidades, pode virar um problema de dimensões difíceis de serem calculadas, pois além da degradação da área, afeta e coloca em risco a qualidade de vida da população.

Estudar a dinâmica de uma voçoroca envolve assim a compreensão sobre as causas e as consequências do processo, tendo em vista, principalmente, a contenção do problema e diminuição dos efeitos negativos, tanto ambientais como socioeconômicos.

Nessa perspectiva, o presente trabalho realizou um estudo geoambiental de uma voçoroca localizada em um afluente do Rio KM 119, na cidade de Campo Mourão – PR. Por meio do estudo, elaborou-se um diagnóstico da área, propondo medidas para a contenção do processo erosivo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um diagnóstico geoambiental de uma voçoroca periurbana em Campo Mourão-PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização física da área de estudo (geologia, pedologia, geomorfologia, hidrografia, vegetação, uso do entorno);
- Identificar as causas e consequências do processo erosivo;
- Propor medidas para a contenção do processo erosivo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 DRENAGEM URBANA

A drenagem urbana é o sistema responsável pela captação, manejo e condução das águas de chuvas até o curso d'água. Segundo Tucci e Marques (2000, p. 119), à medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorre:

Aumento da vazão, devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies; o aumento da produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos; a deterioração da qualidade da água, devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto.

Toda bacia hidrográfica tem um escoamento natural das águas, seja em vales úmidos (rios, riachos) ou em vales secos, por onde a água escoar após precipitações pluviométricas. Alterações no sistema natural de drenagem, através de obras de construções ou aterramentos, normalmente, provocam um incremento no processo de erosão, além de outras consequências indesejáveis, conforme descreve Mota (1999). O autor ainda ressalta que se deve respeitar ao máximo o escoamento natural, e no caso de haver necessidade de mudança desse escoamento, esta deve ser executada após cuidadoso estudo.

Este cuidado tem relação com o escoamento superficial, uma vez que, todo solo tem um ponto de saturação e à medida que a infiltração se aproxima desse limite, poças se formam na superfície, originando o escoamento superficial (GUERRA, BOTELHO e SILVA, 1999).

Segundo Garcez (1999), ocorrem os seguintes tipos de curso d'água: enxurradas ou torrentes, córregos, rios, lagos e reservatórios de acumulação. Estes dão ocorrência a escoamentos superficiais ao se encaminharem, no ciclo hidrológico, através de um dos percursos: escoamento direto pela superfície, infiltração no solo ou afloramento à superfície.

Para Mota (1999), o sistema de escoamento superficial de uma bacia que abrange uma cidade, deve fazer parte de um Plano Diretor de Drenagem e ser

elaborado com base em um estudo de todo sistema de drenagem, a fim de se propor medidas que visam garantir um apropriado escoamento das águas pluviais, evitando assim problemas de erosão. Entre estas medidas de controle de drenagem em área urbana esta o disciplinamento de uso e ocupação do solo, que visa a “proteção das áreas de amortecimento de cheia, proteção dos caminhos de escoamento natural das águas, criação de reservatório artificial de detenção, utilização de pavimentos permeáveis, entre outras” (MOTA, 1999, p.160).

O disciplinamento do uso e ocupação do solo são fatores determinantes para o bom funcionamento da drenagem de uma bacia, uma vez que,

Áreas que tem maior relação com os recursos hídricos devem ter ocupação controlada e, em alguns casos, evitada, de forma que sejam garantidos a infiltração e o escoamento das águas, de modo que não sejam causados danos ao ambiente. Entre essas áreas, destacam-se: planícies de inundações, locais de amortecimento de cheias, talwegues, encostas, áreas verdes, etc. (MOTA, 1999, p.162).

Outro aspecto relevante, segundo Mota (1999, p.166), se refere às áreas de amortecimento de cheias, que geralmente são “terrenos baixos, alagados, ou similares, que embora não acumulem água permanente, a retêm durante a precipitação”. Estes locais devem ser identificados em uma cidade, e preservados de ocupação, sendo interessante o aproveitamento dessas áreas para integrar áreas verdes, áreas de lazer, parques, etc.

Além dos rios e riachos (vales úmidos), devem ser preservados também os vales secos, por onde escoam a água durante as chuvas. “Esses vales devem ser protegidos nos projetos de parcelamento do solo, podendo ser substituído por sistemas de drenagem artificiais (canais, galerias), após cuidadoso estudo” (MOTA, 1999, p. 167).

Além destes aspectos, Tucci e Marques (2000, p. 364) também indicam a construção de locais de armazenamento, os quais permitem o atraso do escoamento “atenuando o pico dos hidrogramas e possibilitando a recuperação da capacidade de amortecimento perdida pela bacia devido à impermeabilização”. Tais áreas podem ser implantadas em nível de lote, microdrenagem e macrodrenagem e se referem a reservatórios artificiais de detenção.

Relacionado também à diminuição do escoamento superficial, destaca-se o uso de pavimentos permeáveis, sendo extremamente recomendáveis nas vias públicas e pátios, pois facilitam a infiltração da água (MOTA, 1999).

O pavimento permeável “é um dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedras localizado sob a superfície do terreno” (TUCCI e MARQUES, 2000, p. 352). Há basicamente três tipos de pavimentos permeáveis: pavimento de asfalto poroso, pavimento de concreto poroso e pavimento de blocos de concreto vazados (TUCCI e MARQUES, 2000).

3.2 EROSIÃO EM ÁREAS URBANAS

A degradação ambiental promove a diminuição dos recursos renováveis e se dá através de vários fatores que compõem a superfície terrestre, como: atmosfera, vegetação, solo, geologia e hidrologia (ARAÚJO, ALMEIDA e GUERRA, 2005).

A degradação se apresenta de diversas formas, sendo a mais conhecida, a erosão do solo. “Grande parte da erosão – aproximadamente 2/3 – decorre da água que lava a camada superficial do solo, enquanto 1/3 é causado pela erosão eólica” (WRI¹ et al., 1992, apud ARAÚJO, ALMEIDA e GUERRA, 2005, p.21).

Segundo Araújo, Almeida e Guerra (2005, p.21), “a degradação das condições de solo é muito séria, pois não é facilmente reversível, uma vez que processos de formação e regeneração do solo são muito lentos”. Entretanto, muitas formas de degradação podem ser remediadas pela reconstrução cuidadosa da saúde do solo (SCHERR e YADAV², 1996, apud ARAÚJO, ALMEIDA e GUERRA, 2005).

As mudanças realizadas na paisagem para a implantação de cidades incidem diretamente na dinâmica hidrológica natural, modificando os caminhos por onde a água circula. A retirada da cobertura vegetal e a impermeabilização produzem alterações drásticas no ciclo hidrológico, capazes de provocar danos nas áreas urbanas, como no caso da erosão urbana (GUERRA, 2011).

¹ WRI. **A Estratégia Global da Biodiversidade: diretrizes de ação para estudar, salvar e usar de**

² SCHERR, J. e Kammer, J.C. **Urban Growth and the Water Regime**. United States Geological Survey publication, 1591^a.1961.

A erosão é um processo natural de desagregação do solo. Para Guerra e Jorge (2013, p. 10), os problemas resultantes da erosão dos solos podem ser exemplificados da seguinte forma:

Remoção dos nutrientes existentes no topo dos solos; redução da penetração das raízes e do armazenamento de água; diminuição das áreas a serem utilizadas para agricultura e pecuária; aumento do assoreamento de rios, lagos, reservatórios e açudes, levando muitas vezes a grandes enchentes; poluição de corpos líquidos, em especial pelo transporte de defensivos agrícolas, junto com os sedimentos erodidos.

No Brasil, país onde existe pressão demográfica nos centros urbanos, vem sendo comum a ocorrência de processos erosivos em áreas periurbanas³ (GUERRA e MENDONÇA, 2007). Tais processos ameaçam os patrimônios públicos e privados e podem ser de difícil controle, principalmente, quando não há monitoramento dos mesmos (GUERRA, 2011).

Muitas são as causas que podem promover a erosão. O chamado agente causador de um processo erosivo é aquele que o desencadeia, o que provoca o desequilíbrio no meio. Para Fendrich et al. (1997, p. 22), “o agente de erosão desagrega, transporta e deposita os materiais erodidos”. Os principais agentes são água, ventos e geleiras. De acordo com os agentes causadores, pode-se classificar a erosão, conforme Fendrich et al (1997) em:

- Hídrica pluvial - causada pela água das chuvas;
- Hídrica fluvial - causada pela água dos rios;
- Hídrica lacustre - causada pela água dos lagos;
- Hídrica marinha - causada pela água dos mares;
- Eólica - causada pelos ventos;
- Glacial - causada pelas geleiras.

Desta classificação de tipos de erosão, destaca-se neste trabalho a erosão hídrica, uma vez que é foco de interesse da investigação. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), as principais formas de erosão hídrica são: erosão pelo impacto da chuva; erosão laminar e erosão em sulcos e voçorocas.

³ Periurbanas: Situado em ou relativo à periferia de uma cidade.

- Erosão pelo impacto da chuva (Efeito *Splash*)

Para Bertoni e Lombardi Neto (1999, p.74), os problemas causados pelo impacto das gotas de chuva em contato com o solo a uma alta velocidade, constituem a primeira fase do processo de erosão. Tal impacto “rompe os agregados do solo, desprende e transporta as partículas mais finas, causando uma compactação na superfície do terreno e minimizando a infiltração de água no mesmo”. Como consequência, há aumento da enxurrada na superfície e lixiviação da área.

Esta primeira fase da erosão apresenta maior magnitude no intervalo de tempo decorrido entre o início da precipitação e a formação do escoamento superficial, e tende a diminuir sua ação à medida que aumenta a espessura da lamina d’água que escoou ou é retida na superfície (FENDRICH et al.,1997).

- Erosão Laminar

Conforme Fendrich et al. (1997, p. 32), “a erosão laminar caracteriza-se pelo desgaste laminar causado pelas enxurradas que deslizam como um lençol, desgastando a superfície do solo, suave e uniformemente em toda a sua extensão”. Tal processo erosivo se dá de forma discreta, muitas vezes imperceptível, arrastando as menores partículas do solo. Essa remoção da camada superficial pode prejudicar a fertilidade do solo, visto que essa é a parte mais ativa e rica em nutrientes.

- Erosão em Sulcos e Voçorocas

Ainda conforme Fendrich et al. (1997, p. 32) “a erosão em sulcos, ou córregos, consiste essencialmente no desenvolvimento de pequenos canais, nos quais o fluxo superficial se concentra”. Quando não controlado, esse escoamento tende a expandir a área erodida, transformando os sulcos em ravinas e, posteriormente, em voçorocas.

No processo relativo ao voçorocamento, Selby⁴ (1993, apud Guerra 2011) explica que uma ravina principal pode se expandir horizontalmente e verticalmente, se transformando, posteriormente, em uma voçoroca.

Segundo Fendrich et al. (1997, p. 22), “a voçoroca é um processo erosivo semi-superficial de massa, face ao fenômeno global da erosão superficial e ao desmonte de maciços de solo dos taludes, ao longo dos fundos de vale, ou de sulcos realizados no terreno”.

O tipo de solo determina o formato da voçoroca. Se a erosão tiver horizontes de material mais consistente, a voçoroca tende a se desenvolver em paredes verticais (o que a torna mais suscetível a desmoronamentos). Quando o material dos horizontes mais profundos é mais resistente que o dos horizontes mais superficiais, ela tende a se formar em V (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

3.2.1 Principais Causas da Erosão Urbana

Para Fendrich et al. (1997, p. 20), “a erosão é a desagregação, transporte e deposição dos materiais dos horizontes superficiais e profundos do solo, provocando seu rebaixamento”, sendo perceptível que a erosão inicia o seu trabalho na parte superficial, aprofundando-se até encontrar rocha ou camada consolidada de solo.

Segundo Guerra, Silva e Botelho (1999, p. 257), dentre as principais causas do desencadeamento e evolução da erosão nas cidades, destacam-se:

- Plano de obra inadequado do sistema viário, muitas vezes agravado pela falta de pavimentação, guias e sarjetas: As ruas, quando pavimentadas, dispõem, em geral, de galerias pluviais, mas nem sempre onde existem galerias existe pavimentação. Ruas sem pavimentação, em áreas urbanas muito suscetíveis à erosão, provocam, inevitavelmente, o entupimento de galerias, especialmente quando apresentam declividades insuficientes para favorecer o transporte do solo depositado.
- Deficiência do sistema de drenagem de águas pluviais e servidas: Os projetos devem considerar toda a área de drenagem que contribui para o escoamento superficial, com estudo prévio da topografia da cidade, desenvolvendo os planos para o sistema de drenagem e prevendo as ruas com ou sem pavimento. Os canais coletores devem situar-se, principalmente, nas ruas secundárias, utilizando as de pequena declividade, evitando, dessa forma, o acúmulo de águas resultantes da drenagem nas ruas de grande declividade.

⁴ SELBY, M. J.(1982). **Hillslope materials & processes**. New York, Oxford University Press, 1982.

- Expansão urbana descontrolada: A implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais, especialmente em locais que apresentam terrenos suscetíveis a processos de ravinamento e/ou voçorocamento, deve ser antecedida por cuidadoso estudo de suscetibilidade à erosão, adequando os projetos à natureza dos terrenos e prevendo-se obras de controle da erosão.

Como medidas de controle da erosão urbana têm sido construídas, como obras permanentes, “sistemas de drenagem para canalização das águas pluviais, proteção dos vales receptores através de canais, barragens escalonadas, etc. e pavimentação de ruas para a retenção do solo”, evitando seu carregamento pelo escoamento superficial (FENDRICH et al., 1997, p.44). Infelizmente, muitas prefeituras ainda preferem obras temporárias a permanentes, para controle da erosão, como poços, valas de contenção e dissipadores de energia improvisados.

Para Oliveira (2010, p.38), “o combate à erosão exige medidas de caráter multidisciplinar e sistêmico, voltadas não somente à solução de problemas pontuais em áreas de focos erosivos, mas também à solução de outros problemas urbanos, igualmente graves, de reflexos tanto ambientais quanto econômicos”.

3.3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR VOÇOROCAS

Para Willians et al. (1990 apud CALIJURI e CUNHA, 2013), “a recuperação ambiental significa que o sítio degradado será retomado a uma forma de utilização de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo”.

Conforme o Decreto Federal nº 97.632/1989, a recuperação ambiental é entendida como “o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”. Já a Lei Federal nº 99.885/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Artigo 2º), define a recuperação como a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”.

A recuperação do ambiente pode ocorrer de forma natural ou por meio de atividades humanas, que tenham como objetivo restaurar a área degradada. A recuperação natural pode ser a única possibilidade para algumas situações de

degradação ambiental que “envolvem grandes áreas afetadas por exploração de mineração temporária, agricultura intensa, entre outras, principalmente devido à extensão, custo e medidas ou procedimentos necessários” (CALIJURI e CUNHA, 2013, p. 594).

Já a recuperação através de intervenções humanas pode ser entendida, segundo Calijuri e Cunha (2013, p. 595), como o conjunto de ações necessárias para a retomada de um determinado equilíbrio ambiental na área degradada, onde a estabilidade física é obtida tanto por técnicas de revegetação, como por obras geotécnicas (terraplanagem, sistemas de drenagem e de retenção de sedimentos, contenção de taludes, entre outros).

O número de técnicas para a recuperação de áreas degradadas tem aumentado gradativamente em todo o mundo, e vários são os materiais utilizados para isso (GUERRA e JORGE, 2013). As técnicas de bioengenharia são muito recomendadas, por vários motivos, como destacam Fullen et al.⁵ (2011 apud GUERRA e JORGE, 2013, p.23):

Além de recuperar áreas degradadas, os materiais resultantes de geotêxteis produzidos com fibras vegetais podem ser considerados soluções para problemas ambientais, incluindo tecnologias para conservação dos solos, produção vegetal sustentável, uso de plantas locais, manejo adequado de ecossistemas, como a diminuição do desmatamento, melhorias dos sistemas agroflorestais e uma boa relação custo-benefício, com a aplicação dos geotêxteis em diferentes ambientes.

De acordo com Lekha⁶ (2004 apud GUERRA e JORGE, 2013), os geotêxteis protegem o solo até a encosta se estabilizar com a recente cobertura vegetal, formando uma proteção entre as partículas do solo e as águas das chuvas, diminuindo o escoamento superficial e sua velocidade, além de manter a capacidade do solo de absorver água.

Guerra e Jorge (2013) afirmam que a utilização de materiais flexíveis (biomanta) e rígidos (ferro e o concreto), pode solucionar essa problemática da degradação de solos, sendo uma associação de técnicas da Engenharia e Biologia.

Para Guerra e Jorge (2013), a bioengenharia ainda é recente no Brasil e caminha para o sucesso, pois o país é rico em recursos vegetais. Além disso, as

⁵ FULLEN, M. A et al. **Utilizing biological geotextiles: introducion to the Borassus Project and global perspectives**. Land Degradation and Development, v.22, 2011.

⁶ LEKHA, K. R. **Field instrumentation and monitoring of soil erosion in coir geotextile stabilished slopes: a case study**. Geotextiles and geomembranes, v. 22, 2004.

técnicas se caracterizam promissoras no cenário sustentável também pelo seu custo reduzido, chegando a 1/3 dos gastos de uma obra de engenharia tradicional (GUERRA e JORGE, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo se refere a uma voçoroca localizada em um afluente do Rio Km 119, no limite periurbano da cidade de Campo Mourão – PR, nas coordenadas $24^{\circ}02'09.42''\text{S}$ e $52^{\circ}23'09.18''\text{O}$ (Figura 1). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2014), o município possui área total de $757,845 \text{ km}^2$ e estimativa de 92.300 habitantes.

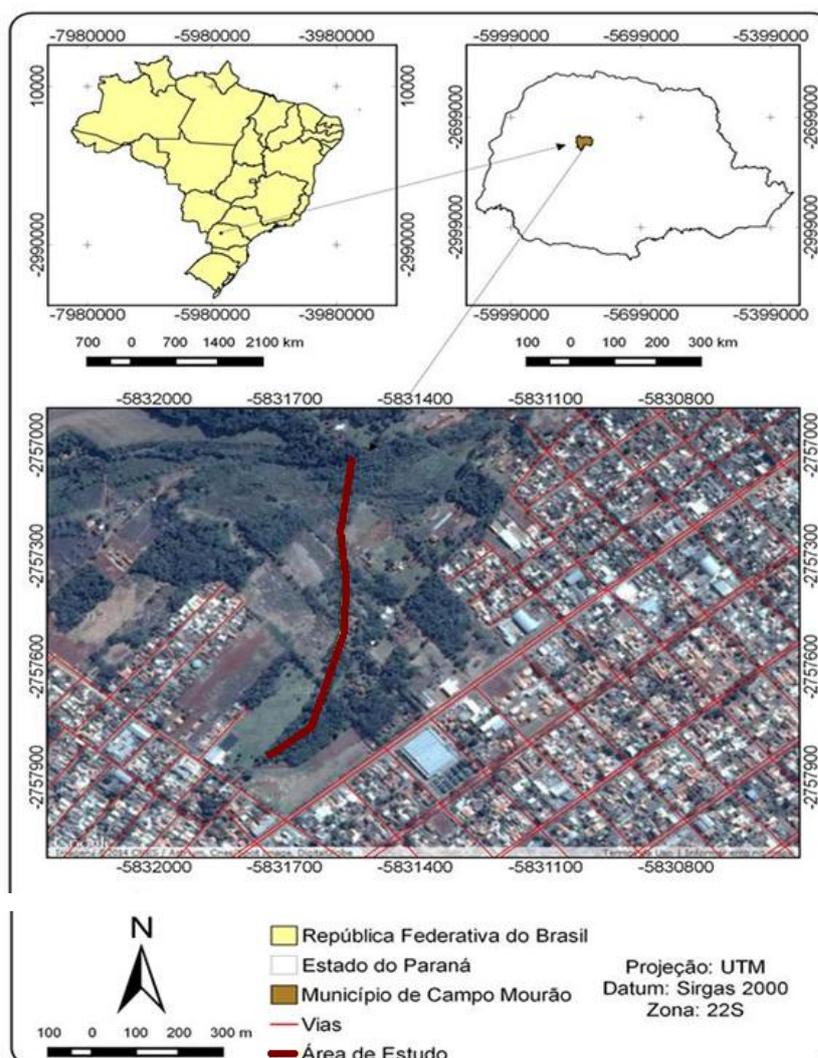


Figura 1: Croqui de localização da área de estudo no espaço urbano de Campo Mourão-PR. Organização: Mariana de Sarges Machado (2014).

A voçoroca está localizada na zona noroeste da malha urbana do município, entre a Avenida Perimetral Tancredo Neves e o Rio Km 119, nas proximidades da Rua Araruna. No seu entorno encontram-se cerca de 30 residências, alguns estabelecimentos comerciais (oficinas, bares, distribuidora de bebidas) e área de pasto. O córrego afluente ao Rio Km 119 onde se localiza a erosão, encontra-se canalizado por cerca de 400 metros desde a sua nascente localizada na alta média vertente. Quando o córrego passa a ficar a céu aberto seu leito corresponde à voçoroca em estudo.

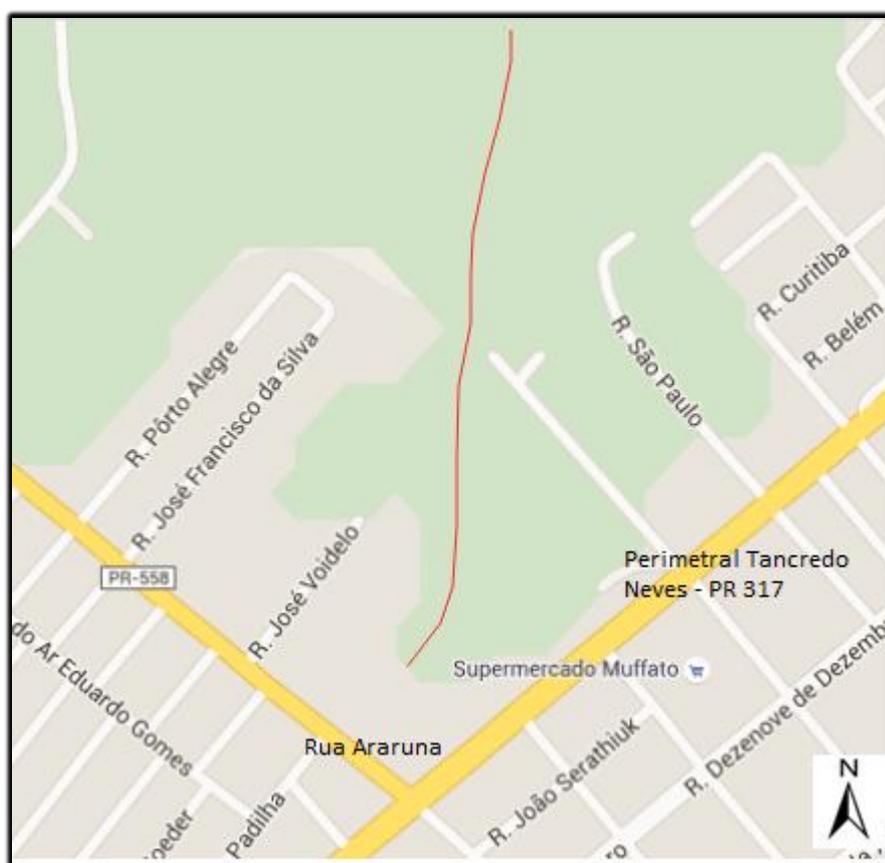


Figura 2: Área de estudo em relação à malha viária do Município de Campo Mourão – PR
Organização: Mariana de Sarges Machado, 2015.

4.2 METODOLOGIA

A pesquisa envolveu a abordagem sistêmica (análise integrada) como método e foi desenvolvida em quatro etapas:

Etapa 1 – Caracterização física da área: inicialmente, a metodologia empregada foi a utilização de materiais cartográficos, visitas *in loco* (4 idas a campo) e imagens de satélite do *Google Earth®* para a caracterização física do ambiente. Nessa etapa, foram identificados o tipo de solo, a geologia, a vegetação, a hidrografia, o relevo e o uso da área de entorno da voçoroca, com o auxílio dos seguintes mapas:

- Mapa de Solos, na escala 1:250.000 (EMBRAPA, 2007);
- Mapa de Geologia, na escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2001);
- Carta Topográfica do município de Campo Mourão, na escala 1:50.000 (EXÉRCITO BRASILEIRO, 1990);
- Mapa de Geomorfologia, na escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2006);

Considerando que as escalas de informações dos mapas e atlas disponíveis nos órgãos oficiais são pequenas em relação à escala de análise do presente estudo, as informações foram extrapoladas para que, ao menos, houvesse maior aproximação das mesmas e a caracterização geral da área pudesse ser feita.

Etapa 2 – Caracterização da voçoroca: foi preenchido um modelo de cadastro de voçorocas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2004) – (Anexo 1), a fim de se obter e organizar informações detalhadas sobre o processo erosivo. Para o preenchimento do cadastro foram realizadas medições das dimensões da erosão em trabalhos de campo e também feitas entrevistas.

As medições foram realizadas seguindo o seguinte planejamento: foram colhidas informações como comprimento, largura e profundidade em 16 transectos transversais, por todo o comprimento da voçoroca. Em cada ponto também foram anotadas informações como a situação dos taludes, e outras observações de campo.

As entrevistas foram feitas com moradores que residem no entorno da erosão (23 residências), sendo semi-estruturadas e pautadas em perguntas de cunho social, econômico e ambiental. Elas foram feitas em três dias distintos, nos meses de Janeiro e Fevereiro. Esta etapa de levantamento de informações foi de fundamental importância para a identificação dos fatores condicionantes do processo, bem como suas consequências ambientais e sociais.

Etapa 3 – Levantamento de causas e consequências: com a caracterização da área, os dados das entrevistas, observações em campo e medições realizadas,

foram apontadas as principais causas do processo erosivo, bem como apontadas as principais consequências (ambientais e sociais).

Etapa 4 – Proposta de controle: Por meio da análise dos dados coletados, foram propostas medidas para o controle da erosão e ações de melhoria ambiental para área, pautando-se na literatura da área de Geomorfologia e Engenharia Ambiental, bem como em estudos de caso. Como base para a recuperação da área e como exemplo de obra de engenharia utilizada no controle da erosão, foi visitado o Parque Municipal Prefeito João Ferreira, em Cruzeiro do Oeste.

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Geologicamente, a área está sob o domínio do Grupo São Bento, Formação Serra Geral, constituído por derrames basálticos, originários de eventos vulcânicos ocorridos no período Mesozóico (MINEROPAR, 2005).

Em relação ao relevo, a área faz parte da Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, da Unidade Morfoescultural Terceiro Planalto paranaense e da Sub-Unidade Morfoescultural denominada de Planalto de Campo Mourão. Esta sub-unidade, caracteriza-se por apresentar declividades entre 6-12% e relevo em formas de topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha (SANTOS et al., 2006), situação que também se encaixa a voçoroca. Quanto à altitude, a voçoroca localiza-se a altura média de 555 metros acima do nível do mar.

A classe de solo predominante no município, segundo Embrapa (2007), é Latossolo Vermelho Distroférrico e Nitossolo Vermelho. Os solos pertencentes a esta classe possuem textura argilosa, boa drenagem e estão presentes no relevo plano e suave ondulado. Não foram feitas análises de solos do local, uma vez que a área apresenta-se muito alterada (depósito de entulho, erosão e deposição de material).

Em relação ao clima, Campo Mourão apresenta clima do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido mesotérmico. Esse clima apresenta verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000). Segundo dados do Instituto das Águas do Paraná (2014), a estação pluviométrica Campo Mourão, mais próxima da área em estudo, apresentou média anual (considerando os últimos 30 anos) de 1.628,5 mm, ocorrendo as maiores médias pluviométricas nos meses de Dezembro e Janeiro e menor média nos meses de Julho e Agosto.

De acordo com a classificação da tipologia vegetal de Roderjan et al. (2002), a área de estudo está inserida nas formações de Floresta Estacional Semidecidual Montana e Floresta Ombrófila Mista Montana.

Para melhor avaliação qualitativa do remanescente florestal existente no entorno da erosão, foi realizada uma Avaliação Ecológica Rápida⁷, onde foram coletadas e identificadas 50 espécies arbóreas. Destas espécies, 36 são nativas do Brasil, 10 são exóticas e 4 são exóticas invasoras (Apêndice 2). Dentre as 4 exóticas invasoras, 3 estão enquadradas pela Portaria IAP nº 125:2009 na Categoria I, ou seja, “espécies que não devem ser cultivadas ou criadas ficando seu uso em qualquer uma das formas não permitidas”, são elas: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wilt, *Tecoma stans* (L). Juss. ex Kunth e *Ligustrum lucidum* W.T. Ainton.

O uso do entorno da voçoroca é composto basicamente por residências e alguns comércios, como bares, retíficas de motores e oficinas, além de ruas e avenidas com tráfego considerável, uma vez que a área está próxima ao cruzamento das ruas Tancredo Neves (que corta a cidade no sentido Maringá-Goioerê) com a Rodovia de acesso à cidade de Araruna (PR-558).

5.2 FORMAÇÃO E EVOLUÇÃO DO PROCESSO EROSIVO

O município de Campo Mourão foi fundado em 1947 e a partir desta data foi sofrendo lento processo de urbanização. Com o crescimento da cidade a partir da década de 1960, surgiu a necessidade de realizar a primeira pavimentação asfáltica e a construção da primeira rede de drenagem de águas pluviais (VERSORI, 2007). Com isso, o aflente passou a ser um ponto de recebimento das águas pluviais drenadas, o que então teria dado início ao processo erosivo.

Conforme entrevista com os moradores do entorno da voçoroca, o córrego aflente do Rio KM 119 era um pequeno rio, de pouca vazão e reduzida profundidade. Com a primeira pavimentação asfáltica e consequente impermeabilização do solo e construção das galerias, o volume de água recebido pelo córrego foi aumentando e o processo erosivo teve início na década de 1970.

Na década de 1980, ainda conforme entrevista com os moradores, a erosão já tinha mais de 5 metros de profundidade e seu comprimento estava próximo à Rua Araruna e à Perimetral Tancredo Neves. Com a expansão da cidade ameaçada pela

⁷ A Avaliação Ecológica Rápida foi realizada na disciplina de Recuperação de Áreas Degradadas, sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo G. Caxambu. 2º semestre/2014.

erosão que poderia comprometer duas das principais ruas da cidade, por volta de 1989, conforme relato dos entrevistados, foi realizada a única obra com o objetivo de conter a voçoroca. A erosão foi aterrada com resíduo da construção civil e a rede de galerias que abrangia a porção norte da cidade foi prolongada até a cabeceira do córrego.

Atualmente a voçoroca possui 490 metros de comprimento (Apêndice 3), com largura, em alguns pontos, atingindo 30 metros e profundidade em torno de 10 metros (Figura 3).



**Figura 3: Vista interna da voçoroca, Campo Mourão – PR.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).**

5.3 ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DOS MORADORES DO ENTORNO DA VOÇOROCA

Considerando que a voçoroca está em área periurbana, em que há população nas proximidades, foram realizadas 23 entrevistas com os moradores do entorno (Apêndice 1). Foram feitas perguntas em relação ao tempo de moradia, quantas pessoas residem na casa, fonte de renda da família e questões ambientais, relacionadas à voçoroca e ao meio ambiente em geral (resíduos, esgoto, abastecimento de água e etc.).

Para melhor análise dos dados coletados e maior compreensão dos fatores condicionantes do processo erosivo e suas consequências, a área de influência direta, ou seja, a área de entorno da erosão, foi dividida em 4 setores (Figura 4).

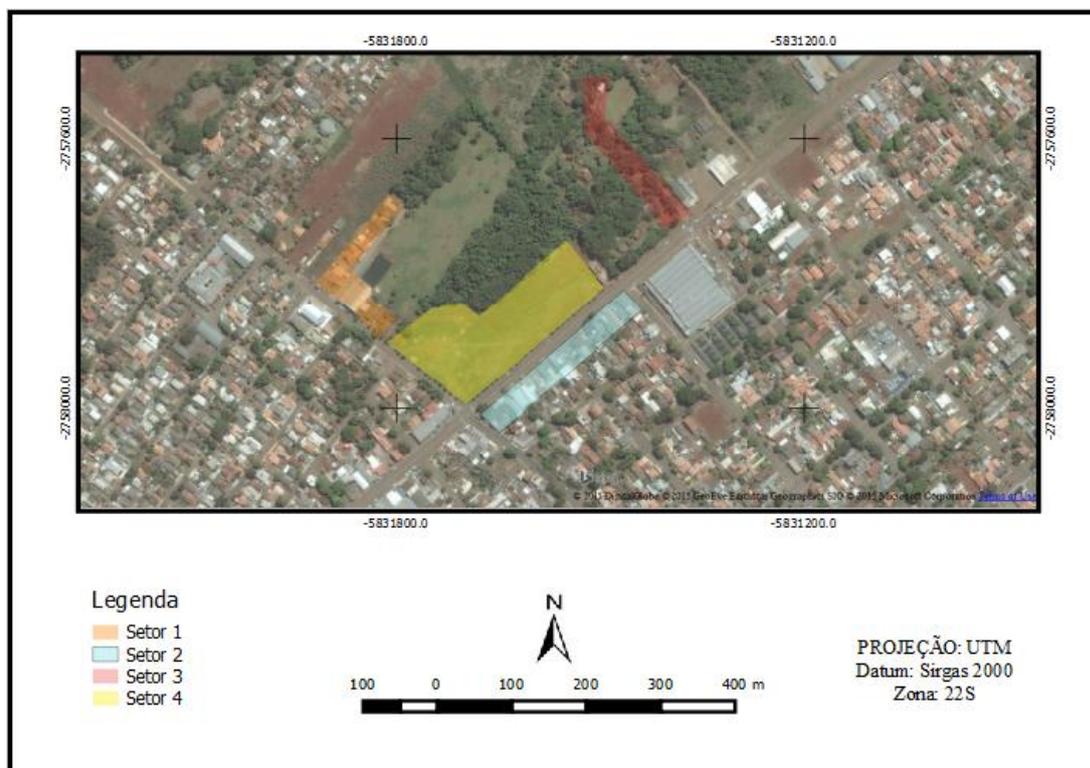


Figura 4: Setorização da área de entorno da erosão.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2015).

Setor 1 – Rua José Voidelo e Rua Araruna

No Setor que compreende as ruas José Voidelo e Araruna, foram entrevistados 9 moradores, os quais, em sua maioria, residem ali há mais de 10 anos e em casa própria. A média é de 3 moradores por casa e a renda média por residência é de 3 salários mínimos.

Dentre os 4 setores estudados, este setor é o que se apresenta mais distante da erosão, e por esse motivo, sofre menos impacto da mesma. De forma unânime, todos os entrevistados relataram a aparição frequente de animais como: cobras, baratas, aranhas e lagartos, em suas residências.

Quando perguntados sobre o que sabiam sobre a erosão, 8 moradores responderam ser um local perigoso, abrigo de bandidos e usuários de drogas, ainda disseram ser contra o remanescente florestal, e que torcem pelo seu desmatamento.

Setor 2 – Av. Perimetral Tancredo Neves

O setor 2 corresponde à Av. Perimetral Tancredo Neves, onde foram entrevistados 6 moradores e 3 comerciantes. Os moradores residem na avenida a mais de 30 anos e apenas 1 em casa alugada. Os empreendimentos entrevistados são um bar, uma distribuidora de bebidas e uma borracharia, todos os locais são alugados a menos de 2 anos.

Todos os entrevistados relataram problemas com alagamentos na região. Em período intenso de chuvas, durante os meses de Dezembro e Janeiro, a água chega a subir 1 metro. Analisando o perfil de elevação da Rua Araruna (Figura 5) é possível confirmar que essa área está localizada próximo ao fundo de vale, e, conseqüentemente, sujeita a acúmulo de águas pluviais.



Figura 5: Perfil de elevação da Rua Araruna, com destaque para o ponto de alagamento relatado pelos moradores conforme indicação da flecha.

Fonte: Google Earth® (2013).

O lixo, tanto o depositado no local por veículos que circulam pela Perimetral, quanto os trazidos pelo escoamento superficial das águas, também é outro problema.

Quando perguntado se já viram obras sendo realizadas na voçoroca, os moradores mais antigos relataram que acompanharam de perto o aterramento realizado na década de 1980, e que naquela ocasião, a voçoroca já atingia a Rua Araruna.

Setor 3 – Rua Harrison José Borges

Esta área compreende a Rua Harrison José Borges e é a mais próxima da erosão. Foram entrevistados 4 moradores, dos quais 2 residem há mais de 50 anos em casa própria e os outros 2 residem há poucos meses em casas alugadas.

A Rua Harrison J. Borges, após cruzar a Perimetral Tancredo Neves, não possui asfalto nem galerias pluviais e recebe intenso escoamento superficial. Foi relatado que a água que chega até esse ponto vem em grande velocidade, comprometendo a estrutura das casas e trazendo muito lixo e terra.

O abastecimento de água nesse setor, diferente dos outros setores, se dá através de poços artesianos. Já o esgoto, também diferente do que ocorre nos outros setores, tem como destino final a fossa negra.

Setor 4 - Loteamento Jardim Topázio

O terreno onde se localizava a porção da voçoroca aterrada na década de 1980 está sendo loteado. O terreno que antes servia de pastagem para animais da região (Figura 6), há 2 anos possui Licença Ambiental de Instalação (Anexo 2) e há 1 ano as obras de infraestrutura foram iniciadas. Os lotes já estão sendo comercializados e 2 ruas estão sendo construídas no entorno da erosão (Figura 7 e 8). A área que corresponde à Área de Preservação Permanente do córrego foi doada ao município em acordo com o proprietário do terreno, e passou a ser área institucional.



**Figura 6: Terreno vizinho à erosão, no início do loteamento, Campo Mourão – PR.
Fonte: Mariana de Sarges Machado, Outubro de 2014**



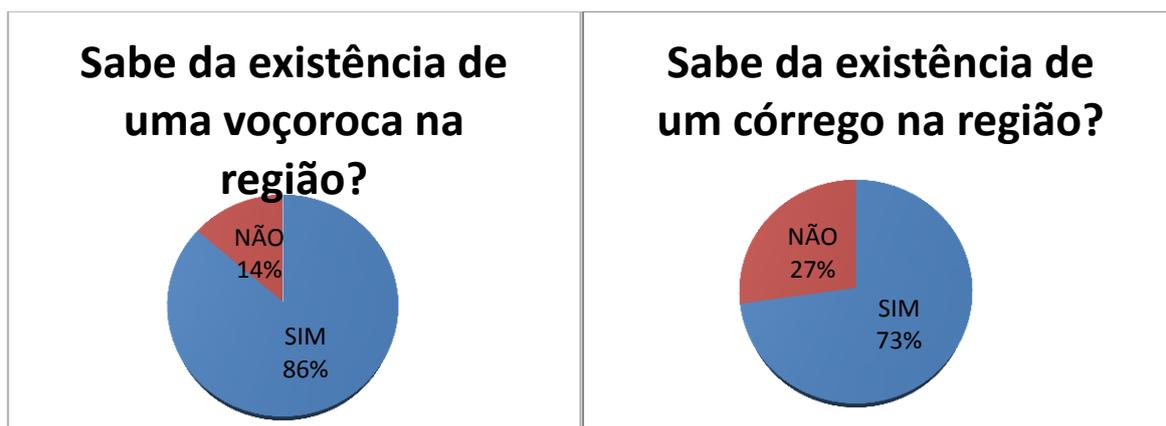
**Figura 7: Comercialização dos lotes no início das obras, Campo Mourão – PR.
Fonte: Mariana de Sarges Machado, Dezembro de 2014.**



**Figura 8: Obras de infraestrutura sendo realizadas no loteamento, Campo Mourão – PR.
Fonte: Mariana de Sarges Machado, Maio de 2015.**

Analisando as entrevistas de forma global, a partir das perguntas fechadas dos questionários, foi possível realizar algumas constatações.

Em relação à existência da voçoroca, 86% dos moradores relataram que sabiam da existência da mesma, porém somente 73% sabiam da existência do córrego.

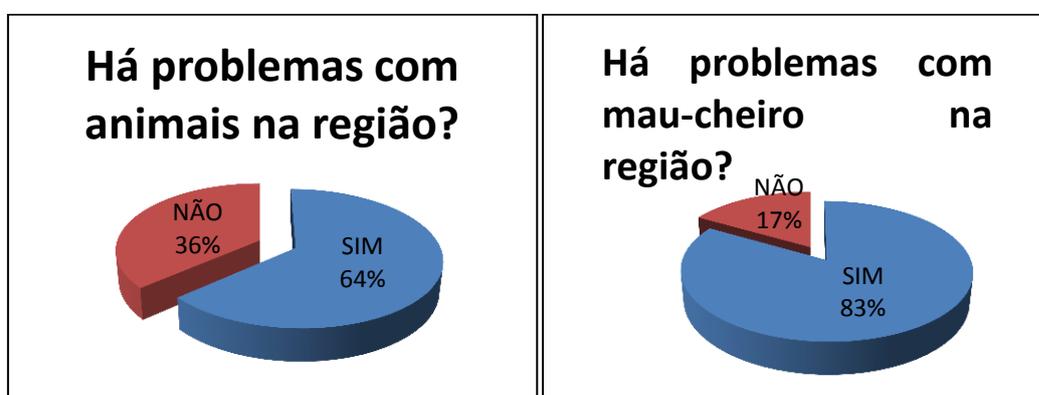


Gráficos 1 e 2: Percentual de moradores que sabem da existência da voçoroca e do córrego na região.

Fonte: Mariana de Sarges Machado (2015).

O desconhecimento de alguns moradores sobre a existência da erosão e do córrego está relacionado ao fato de serem moradores recentes.

Quando questionados sobre a presença de animais, 64% relatou que já identificou esta situação, sendo que o setor 1 foi o que mais relatou a ocorrência de animais silvestres, entre eles: cobras, lagartos, aranhas, além de pequenos insetos, como mosquitos e moscas.



Gráficos 3 e 4: Percentual de moradores que relataram problemas com animais e mau-cheiro na região.

Fonte: Mariana de Sarges Machado (2015).

Já em relação ao mau cheiro, moradores de todos os setores relataram cheiro forte de esgoto na região, sendo que o problema é agravado quando chove. Outro odor relatado em todos os setores foi o de animais mortos.

Sobre o tema alagamento, embora não haja predomínio de respostas positivas, os moradores que relataram problemas foram os que residem na Perimetral Tancredo Neves. Esta situação, segundo eles, ocorre, pois a água que escoia superficialmente de parte da cidade fica concentrada nessa avenida, acarretando problemas como a interdição de duas ruas importantes para o município, danos estruturais às construções, e proliferação de animais vetores de doenças.



Gráficos 5: Percentual de moradores que relataram problemas com alagamento.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2015).

5.4 CAUSAS DO PROCESSO EROSIVO

As principais causas que promoveram e ainda promovem a formação e o aumento da voçoroca, conforme verificado com os trabalhos de campo, as entrevistas e análise de material teórico, envolvem: concentração das águas pluviais, aterro construído, supressão vegetal da Área de Preservação Permanente e construção de loteamento.

5.4.1 Drenagem Pluvial Urbana

Ao final da década de 1980, a drenagem urbana de Campo Mourão foi expandida, sendo despejada parte das águas pluviais que escoam na porção noroeste do município, em um emissário que deságua na cabeceira do córrego onde se localiza a erosão em estudo (Figura 8). Segundo estudo realizado por Versori (2007), esse emissário recebe águas pluviais drenadas de uma área aproximada de 11,93 ha, a uma vazão de 2,8 m³/s.

A título de comparação, se utilizada a equação de vazão de captação (Qa) para calcular a população que poderia ser abastecida pela vazão do emissário, tem-se o seguinte resultado:

$$Qa = \frac{K.P.q_{pc}}{86.400}$$

Onde k (coeficiente do dia de maior consumo) = 1,2 ,

q_{pc} (consumo médio de água por habitante) = $\frac{200l}{hab}$ /dia e

Qa (vazão média) = 2,8 m³/s, tem-se:

$$P = 1.011.562 \text{ habitantes}$$

Dessa forma, percebe-se que o emissário recebe um grande volume de água.

No mapa da Figura 9, o emissário em estudo está identificado com o número 14.

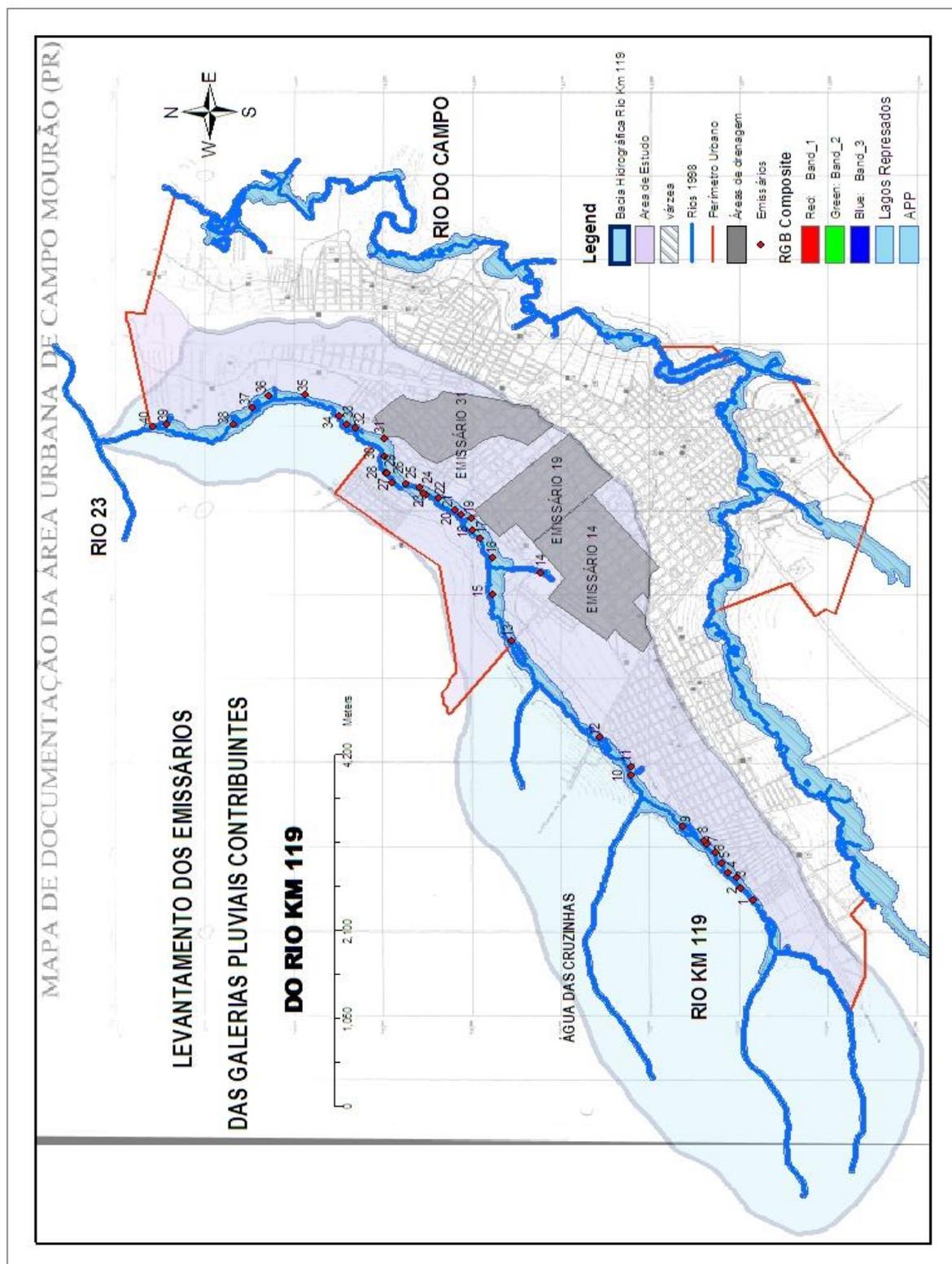


Figura 9: Levantamento dos emissários das galerias pluviais contribuintes do Rio KM 119. Fonte: Versori, 2007.

Conforme constatado, o ponto de lançamento do emissário não possui dispositivo de chegada capaz de dissipar a energia potencial das águas pluviais. Por

estar localizado à jusante de uma área em declive, o emissário despeja a água pluvial em alta velocidade, o que teria acarretado no desgaste do solo. Com isso, parte da tubulação se rompeu (Figura 10 e 11), atestando a força com que a água atinge o solo e promove a erosão.

O volume de água canalizado por apenas uma tubulação e a distância do corpo hídrico principal, o Rio KM 119 (cerca de 800m), indicam ser os fatores que agravam ainda mais o processo.



Figura 10: Emissário rompido.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).



Figura 11: Parte da canalização rompida, disposta no meio da erosão.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).

5.4.2 Aterro

Em meados da década de 1980, conforme relatado nas entrevistas, a voçoroca estava próxima ao cruzamento da Perimetral Tancredo Neves com a Rua Araruna. A fim de se conter a erosão, a área foi aterrada com resíduo de construção civil. Esta situação pôde ser constatada em campo por meio da presença desses resíduos, quando observado o perfil do solo. Resíduos de construção civil como tijolos, cerâmica, blocos de concreto, entre outros, são visíveis em toda a extensão da voçoroca (Figura 12 e 13).



Figura 12: Talude com a presença de resíduos oriundos do aterro.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).

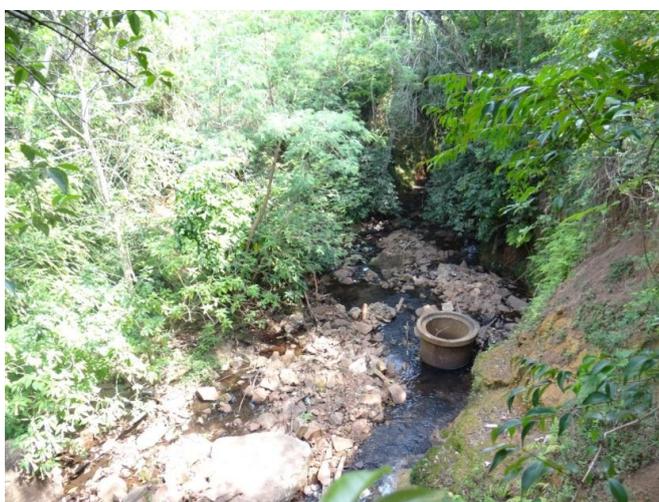


Figura 13: Entulhos oriundos do aterro com resíduos de construção civil.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).

A utilização de voçorocas como locais de aterro de resíduos de construção civil classe A (alvenaria, concreto, argamassas, cerâmica e etc.), tem se tornado comum em muitos municípios, porém, para o licenciamento ambiental dessas áreas, no caso do Paraná, é exigido pelo IAP um estudo técnico do local escolhido. Para Rezende et al (2014), tais estudos são fundamentais para evitar consequências como a contaminação do lençol freático e o assoreamento de cursos d'água localizados a jusante. Para Mota (1999), aterramentos alteram o sistema natural de drenagem, se tornando um incremento para o desencadeamento de processos erosivos.

No caso da voçoroca em estudo, não foi encontrado perante os órgãos públicos, estudos técnicos sobre a área, nem tampouco projeto para o aterro, demonstrando que não houve planejamento e embasamento técnico para o aterramento da erosão.

5.4.3 Área de Preservação Permanente

De acordo com a Lei Federal nº 12.651 de 2012 que dispõe sobre o Novo Código Florestal, Área de Preservação Permanente é “a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. Considera-se área de preservação permanente, entre outras, as “faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular”, em largura mínima de 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura.

A erosão estudada está em Área de Preservação Permanente, visto que o córrego em estudo é considerado um curso d'água perene. Em alguns pontos, as margens da voçoroca estão completamente desprotegidas (Figura 14) e a recente rua asfaltada construída no loteamento está a menos de 5 metros da erosão. Em

outros pontos existe mata ciliar, mas esta não chega a 30 metros de largura, conforme indica a Lei supra citada.



Figura 14: Margem da voçoroca desprotegida.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).

Imagens de satélite de 2003 (Figuras 15 e 16) mostram que houve perda da vegetação de entorno da erosão. Onde antes havia um dos poucos remanescentes florestais da área urbana do município, hoje foi construído o loteamento Jardim Topázio.



Figura 15: Imagem de satélite da área de estudo em 2003.
Fonte: Google Earth® (2003).

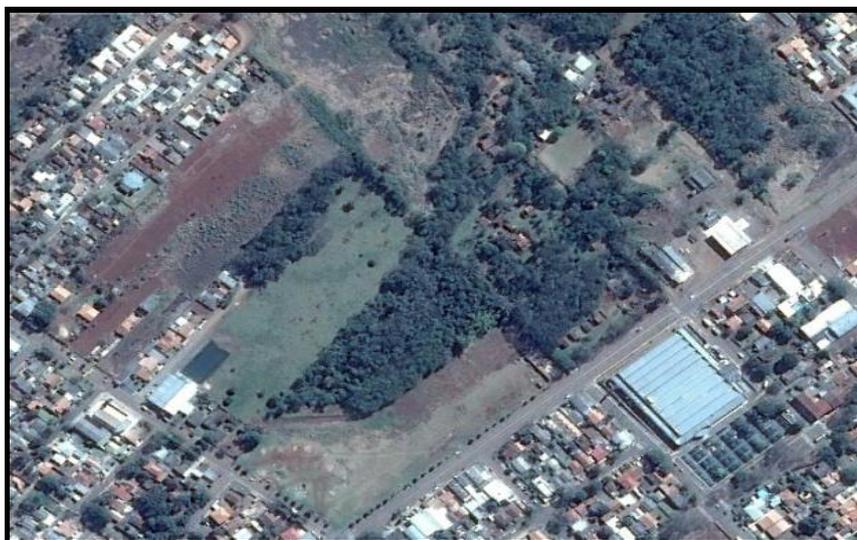


Figura 16: Imagem de satélite da área de estudo em 2013.
Fonte: Google Earth® (2013).

A supressão da área de APP se torna uma causa relevante para o agravamento do processo erosivo, visto que a cobertura do solo influencia diretamente nas taxas de escoamento superficial e infiltração.

Segundo Fendrich et al (1997), quanto mais coberto o solo menor sua erodibilidade, pois as plantas amortecem a queda das gotas d'água diminuindo seu impacto sobre o solo, seus troncos e raízes dificultam o escoamento das águas, obrigando-as a infiltrar lentamente e evitando que ganhem velocidade, a vegetação sombreia o solo, reduzindo a evaporação, entre outras.

Nyshiyama (1995) também destaca que com a remoção da vegetação nativa, a substituição por outro tipo de cobertura não apresentará a mesma eficiência

na preservação dos processos erosivos, podendo ainda, favorecer o desenvolvimento dos mesmos.

5.4.4 Loteamento

Pode-se considerar o Loteamento Jardim Topázio outro agravante ao fenômeno erosivo. Todo o processo de urbanização que vem sofrendo a área de entorno incide diretamente na voçoroca, pois torna o terreno vizinho mais suscetível ao processo de perda do solo. O solo do loteamento encontra-se exposto (Figura 17), o que facilita o seu carregamento e pode acarretar no aumento da erosão e assoreamento do corpo hídrico a jusante.



**Figura 17: Solo do loteamento exposto, Campo Mourão – PR.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2015).**

Para Fendrich et al. (1997), a execução de loteamentos com “inobservância das práticas e normas racionais de conservação do solo e controle de erosão”, se torna um dos principais fatores condicionantes da erosão dos solos.

5.5 CONSEQUÊNCIAS DO PROCESSO EROSIVO

As principais consequências do processo erosivo verificadas com as entrevistas realizadas e os trabalhos de campo, foram danos estruturais às residências do entorno da voçoroca e poluição do córrego em que a voçoroca se encontra, o qual é afluente do Rio KM 119, um dos principais rios da cidade de Campo Mourão

Conforme relatado em entrevista, duas residências do setor 1, bem próximas à erosão, apresentam rachaduras que podem ter como causa o processo erosivo. Os danos se estendem a outra residência do setor 4, que apresenta risco de desabamento devido à evolução da erosão que tem causado solapamentos nas margens. Os moradores relataram que quando construíram a casa, o córrego era pequeno e distanciava-se mais de 20 metros da residência. Hoje, a distância entre a parede da casa e a margem da voçoroca não chega a 1 metro (Figuras 18 e 19). Quando este trabalho se deu início uma família ainda habitava essa residência, porém, atualmente, já não a habitam mais devido ao risco de desabamento.



**Figura 18: Distância entre a residência e a voçoroca.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).**



Figura 19: Vista de dentro da voçoroca demonstrando a proximidade entre a residência e o talude, com destaque para o processo de solapamento.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).

Outra consequência do escoamento superficial que tem como aporte a área da voçoroca, é a poluição do Córrego. Grande parte dos sedimentos transportados pela erosão hídrica, como resíduos domésticos, sacolas plásticas, materiais de construção civil, poluem o Córrego, que segundo moradores, frequentemente exala forte odor de esgoto e lixo. Ainda é possível inferir que haja despejos clandestinos de esgoto no leito da voçoroca, uma vez que a água apresenta coloração escura e cheiro forte (Figuras 20 e 21).



Figura 20: Talude com a presença de resíduos.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).



**Figura 21: Água de coloração escura, com espuma e lixo, indicando possivelmente a presença de contaminantes.
Fonte: Mariana de Sarges Machado (2014).**

5.6 PROPOSTAS PARA CONTEÇÃO DO PROCESSO EROSIVO E AÇÕES DE MELHORIA AMBIENTAL NA ÁREA DEGRADA

A partir da análise dos dados coletados, foram elaboradas sugestões para a contenção do processo erosivo e consequente melhoria da área degradada.

5.6.1 Distribuição da Área Drenada Pelo Emissário

O emissário que deságua na voçoroca, segundo Versori (2007), recebe a contribuição de uma área impermeabilizada de 11,93 ha, o que é considerado um grande volume de água para ser canalizado apenas por uma tubulação.

Dessa forma, sugere-se a divisão de carga desse emissário, canalizando parte dessa água para outro emissário a ser construído até o Rio KM 119.

5.6.2 Bacia de Detenção

Uma vez constatado que a principal causa do desencadeamento do processo erosivo refere-se ao não disciplinamento das águas subsuperficiais e ao ineficiente sistema de drenagem, sugere-se o prolongamento da rede de drenagem por mais 9 metros, onde a partir deste ponto será feita a redução na vazão de escoamento da água, devido à formação de uma bacia de detenção. Esse prolongamento se deve ao fato de que a partir dos 9 metros de comprimento a voçoroca se alarga, passando de 8m para 30m de largura, conforme constatado em campo.

A bacia de detenção (Figura 22) é um artifício utilizado para a retenção de águas pluviais, onde há perda de velocidade e abrandamento dos efeitos destrutivos do escoamento, além do controle da qualidade da água e recarga dos aquíferos (GRIBBIN, 2008). Dessa forma, quando ocorrerem chuvas intensas o volume escoado para a voçoroca seria retido na parte mais larga da erosão, e controlado por uma estrutura de saída 90 metros a jusante, que pode ser um orifício. Na saída desse orifício seria construído um dissipador de energia de concreto, a fim de evitar que o córrego continue erodindo. Assim, torna-se possível atenuar os efeitos do escoamento das águas pluviais e possibilitar maior infiltração da água escoada.

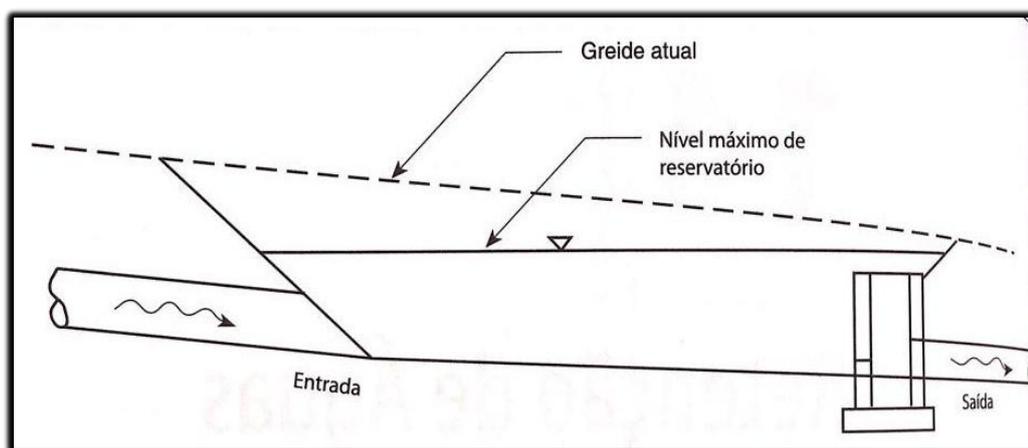


Figura 22: Exemplo de bacia de detenção.
Fonte: Gribbin (2008).

Durante a elaboração do presente trabalho, foi visitado o Parque Municipal Prefeito João Ferreira, localizado em Cruzeiro do Oeste. Esse parque foi construído em uma voçoroca, onde a água vinda da drenagem urbana foi canalizada para uma

bacia de retenção (que tornou-se um lago) e a área de entorno foi recuperada, sendo transformada em área de lazer para os munícipes (Figura 23). O projeto ainda está inacabado, por falta de recursos, mas a erosão já está estabilizada.



Figura 23: Bacia de retenção localizada no Parque Municipal Prefeito João Ferreira, Cruzeiro do Oeste – PR.
Fonte: Mariana de Sarges Machado, 2015.

5.6.3 Ações de Melhoria Ambiental na Área Degradada

Uma vez estabilizado o processo erosivo, é possível encaminhar ações para melhorar a área de voçoroca.

A melhoria seria voltada para os principais aspectos:

a) Restabelecimento da Área de Preservação Permanente:

O reestabelecimento da Área de Preservação Permanente é um importante passo para a recuperação da área. O córrego do Rio KM 119 não possui os 30 metros de mata ciliar, o que o torna mais suscetível aos processos erosivos. Dessa forma, deverá ser realizado o plantio dessa margem complementar, a fim de atender à legislação vigente e evitar maiores danos ambientais ao local.

A área a ser recuperada já possui certo grau de interação entre flora e fauna, mas é importante que se intensifique essa relação aumentando o número de

indivíduos arbóreos. Plantas denominadas bagueiras (espécies-chave) são importantes para a recuperação do ambiente, pois desenvolvem frutos e atraem fauna ao local. É importante também considerar as espécies raras ou ameaçadas de extinção e que tenham épocas de floração e frutificação diferentes ao longo do ano.

A fim de diminuir os impactos causados pela erosão, duas espécies em especial serão inclusas no processo de plantio. Estas espécies retêm sedimentos através de seu alto grau de enraizamento e formato do sistema radicular, o que justifica tal escolha. São elas: *Acnistus arborescens* (L.) Schlttdl. e *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg.⁸.

Acnistus arborescens pertence à família Solanaceae é popularmente conhecida como Fruta-do-Sabiá ou Marianeira. Segundo Smith & Downs (1966) é uma árvore de pequeno porte, que pode atingir até 4 metros de altura, sendo considerada como arbusto. Apresenta frutos pequenos, macios e de coloração alaranjada, excelentes atrativos para avifauna. Essa espécie é indicada para áreas de recuperação ambiental, em sistemas silvipastoris e como cerca-viva⁹.

A espécie *Gymnanthes klotzschiana* pertence à família Euphorbiaceae, e é conhecida popularmente como Branquilha. É uma espécie autocórica típica de planícies aluviais, ocorrendo em solos temporariamente alagados e em terrenos inclinados e erodidos. Segundo Medeiros & Zanon (1998), esta espécie é recomendada para recuperação de áreas úmidas degradadas.

Além dessas espécies, sugere-se o plantio de espécies nativas, referências na recuperação de áreas degradadas, como: *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil, *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Euterpe edulis* Mart., *Cecropia pachystachya* Trécul, *Nectandra lanceolata* Ness, *Trema micranta* (L.) Blume e *Schinus terebinthifolius* Raddi¹⁰

b) Controle de espécies exóticas invasoras

Para promover a recuperação de uma área degradada, se faz necessário a retirada de espécies exóticas antes de iniciar o plantio de mudas nativas. Dessa

⁸ Informações organizadas na elaboração de um PRAD para a disciplina de Recuperação de Áreas Degradadas, 2º semestre/2014, sob orientação do professor Dr. Marcelo G. Caxambu.

⁹ Informações organizadas na elaboração de um PRAD para a disciplina de Recuperação de Áreas Degradadas, 2º semestre/2014, sob orientação do professor Dr. Marcelo G. Caxambu.

forma, evita-se que as exóticas invasoras se sobressaiam sobre as mudas plantadas.

A retirada das plantas exóticas invasoras se dará por meio da ação manual. Deverá ser realizado o corte do tronco e então aplicação do herbicida Roundap com bico baixo, junto ao toco. Algumas mudas deverão ser plantadas ao redor do tronco podado para promover a competição e evitar o rebrotamento da exótica invasora. Os restos da planta cortada deverão ser levados para outro local onde possam ser incinerados.

c) Isolamento da área

O isolamento da área a ser recuperada é importante, pois evita influências antrópicas no meio (como a deposição de lixo e a retirada de espécies vegetais), impede o fluxo de animais entre o fragmento florestal e a área urbana, e permite que o ambiente possa regenerar-se. Sugere-se o cercamento da Área de Preservação Permanente por cerca de tela aramada.

5.6.4 Adequação do Loteamento

Tendo em vista que o loteamento tem parte da estrutura em Área de Preservação Permanente e em área de aterro, sugere-se a adequação do ruamento e terrenos de acordo com as condições citadas, ou seja, desviando a área de APP, bem como o terreno correspondente ao aterro e canalização do rio que está sob o loteamento. Estas sugestões estão pautadas na Lei Federal, nº 6.766/79, que dispõe sobre parcelamento do solo urbano e assim dispõe:

Parágrafo único - Não será permitido o parcelamento do solo:

- I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
- III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
- IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
- V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

A construção de residências em área de aterro e a menos de 10 metros de uma erosão que não está estabilizada, é no mínimo inconsequente, além de ilegal. A necessidade da paralisação das obras se dá antes que os danos à sociedade e ao meio ambiente tornem-se irreparáveis.

6 CONCLUSÕES

O diagnóstico geoambiental da área permitiu o entendimento do processo erosivo, sua evolução e a influência de uma voçoroca urbana para os que convivem com o problema. Por meio das pesquisas bibliográficas, levantamentos de campo, análise de material cartográfico e entrevistas com os moradores do entorno da erosão, foi possível atingir os objetivos deste trabalho. A caracterização física da área permitiu maior conhecimento sobre a erosão e seu entorno, fator fundamental para o levantamento das causas e consequências do processo erosivo. As entrevistas foram fundamentais para se conhecer o histórico da área, além de evidenciar as consequências da erosão. Dessa forma, pôde-se apontar o aterro, a supressão da vegetação de área de preservação permanente, a drenagem urbana e o recente loteamento como principais causadores e agravadores da voçoroca. Como consequência, foi constatado danos às residências que circundam a erosão, além da poluição do córrego, o qual é afluente do Rio KM 119.

Além da problemática ambiental, foi possível perceber os transtornos sociais que a erosão causa aos vizinhos da área degradada, tais como: acúmulo de lixo, odor, instabilidade do terreno, desvalorização dos imóveis, entre outras.

O trabalho apresentou ainda, medidas para a contenção do processo erosivo, como a construção de uma bacia de contenção para armazenamento das águas pluviais e fracionamento da área drenada pela tubulação que desemboca no córrego. Uma vez contida a erosão, medidas como o reestabelecimento da área de preservação permanente, construção de cercas no local e embargo do loteamento que está sendo estabelecido no entorno, seriam formas de iniciar um processo de recuperação da área degradada pela voçoroca. O ideal seria a elaboração e execução de um plano de recuperação da área degradada, para que um dia essa área cumpra com a sua função enquanto fragmento florestal e possa proporcionar um ambiente rico e equilibrado aos ecossistemas ali presentes, bem como qualidade de vida à população.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Icone, 1999.

BRASIL. LEI Nº 97.632/1989, de 10 de Abril de 1989. Dispõe sobre a recuperação de áreas degradadas. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos Jurídicos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm>. Acesso em 19 set. 2014.

BRASIL. LEI Nº 99.885/2000, de 18 de Julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em 19 set. 2014.

BRASIL. LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em .Acesso em 22/03/2015.

CALIJURI, Maria do C.; CUNHA, Davi G. F. (Orgs.). **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CAVIGLIONE, João H; KIIHL, Laura R. B.; CARAMORI, Paulo H.; OLIVEIRA, Dalziza. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná. Articulação: MI – 505**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil, 2007. 22 folhas. Escala 1:250.000

FENDRICH, Roberto; OBLADEN, Nicolau Leopoldo; AISSE, Miguel M.; GARCIA Carlos M. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 1997. 485p.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

GRIBBIN, John B. **Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais**. 3. ed. São Paulo: Cengage, 2008. 494 p.

GUERRA, Antônio J. T.; JORGE, Maria do C. O (Orgs.). **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

GUERRA, Antônio J. T (Org.). **Geomorfologia Urbana**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S.& BOTELHO, R. G. M.. **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**.

Disponível em

<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=410430&search=parana|campo-mourao>>

Acesso em: 10 set. 2014.

MEDEIROS, A. C. de S.; ZANON, A. Conservação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baillon) L.B. Smith & R.J. Down) e de pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* Klotzch ex e Ndl.), armazenadas em diferentes ambientes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, 1998.

MINEROPAR SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ. **Descrição das Unidades Lito Estratigráficas**. 2005. 1 carta. Escala 1: 250.000. Disponível em:

<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geologocos/campo_mourao.PDF>. Acesso em: 12 set. 2014.

MINEROPAR SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ. **Atlas Geológico do Paraná**.

Mineralogia do Paraná. Curitiba: Mineropar, 2001. Escala 1:650.000. Disponível em:

<<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/atlasgeo.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2014.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO – Departamento de Engenharia e Comunicações, Diretoria de Serviço Geológico. Região Sul do Brasil. **Cartas Topográficas**. Escala 1:50.000, 1990.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

NISHYAMA, L. **Erosão do solo**. Seminários gerais em geotecnia. São Carlos: USP/E.E.S.C, 1995.

PARANÁ (Estado). **Portaria do Instituto Ambiental do Paraná nº 125 de 17 de agosto de 2009**. Lex: Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná, estabelece normas de controle e dá outras providências, Curitiba: IAP, 2009.

OLIVEIRA, Luís M. de. **Acidentes Geológicos Urbanos**. 1. ed. Curitiba: MINEROPAR, 2010.

REZENDE, Marília Q.; PEIXOTO, Mônica.; OLIVEIRA, Luciana; SILVA, Karla. Recuperação De Uma Voçoroca, Em Sete Lagoas/MG, Um Estudo Para Implantação de Aterro De Inertes. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 2014, Poços de Caldas. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://meioambientepocos.com.br/portal/anais/2014/arquivos2014/>>

RODERJAN, C.V; FRANKLIN, G.; YOSHIKO,S.K; HATSCHHACH,G.G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiental**. 2002. 150p.

SANTOS, Leonardo.; OKA-FIORI, Chisato.; J. C.; CANALI, Naldy. E.; FIORI, Alberto P.; SILVEIRA, Claudinei. T.; SILVA, Júlio. M. F.; ROSS, Jurandir. L. S. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Escala base 1:250.000, modelos reduzidos

SMITH, L.B. & DOWNS, R.J. **Flora Ilustrada Catarinense: Solanaceae**. Tipografia e Livraria Blumenauense, Itajaí. 1966.

TUCCI, Carlos E. M.; MARQUES, David, M. L. da. (Orgs.). **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Editora Universidade, 2000.

VERSORI, Wiliam. **Levantamento dos Emissários de Galerias Pluviais Contribuintes do Rio KM 119 Dentro do Perímetro Urbano do Município de Campo Mourão-PR**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em Geografia. Faculdade de Ciências e Letras de Campo Mourão, Campo Mourão, 2007.

APÊNDICE1

Questionário Sócioeconômico e Ambiental

Nome:			Idade:	
Endereço:				
Quantas pessoas na família?	<input type="checkbox"/> 2 à 3	<input type="checkbox"/> 4 à 5	<input type="checkbox"/> 6 à 7	<input type="checkbox"/> mais que 7
Há quanto tempo residem nesse endereço?				
A casa é própria ou alugada?				

Qual a fonte de renda da família?		
Possui água tratada?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não Se não, qual a fonte? <input type="checkbox"/> Nascente <input type="checkbox"/> Poço artesiano <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Outra

Qual o destino dos resíduos líquidos da casa (pia, banheiro, tanque)				
<input type="checkbox"/> Fossa negra	<input type="checkbox"/> Fossa séptica	<input type="checkbox"/> Rio/Córrego	<input type="checkbox"/> Liberado no chão	<input type="checkbox"/> Esgoto sanitário

Qual o destino dos resíduos (lixo) domésticos?			
<input type="checkbox"/> Coletado	<input type="checkbox"/> Queimado/Enterrado	<input type="checkbox"/> Céu aberto	<input type="checkbox"/> Outro

Qual o destino do lixo reciclável?

<input type="checkbox"/> Coletado para reciclagem	<input type="checkbox"/> Queimado	<input type="checkbox"/> Coletado com lixo comum
---	-----------------------------------	--

Sabe da existência de um rio/córrego na região?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Sabe da existência de um buraco (voçoroca) na região?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

O que você sabe sobre ele?

Há problemas com animais/insetos na região?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
---	------------------------------	------------------------------

Quais?

Há problemas com mau-cheiro na região?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
--	------------------------------	------------------------------

Quais?

Há problemas com alagamentos na região?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
---	------------------------------	------------------------------

Há problemas com lixo na região?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
----------------------------------	------------------------------	------------------------------

Você já viu obras sendo realizadas na área do buraco (voçoroca)? Quais?

Você já foi procurado por representantes públicos ou privados para tratar de algum assunto relativo ao buraco (voçoroca)? O que foi tratado?

Na sua opinião, qual o maior problema ambiental do seu bairro?

APÊNDICE 2

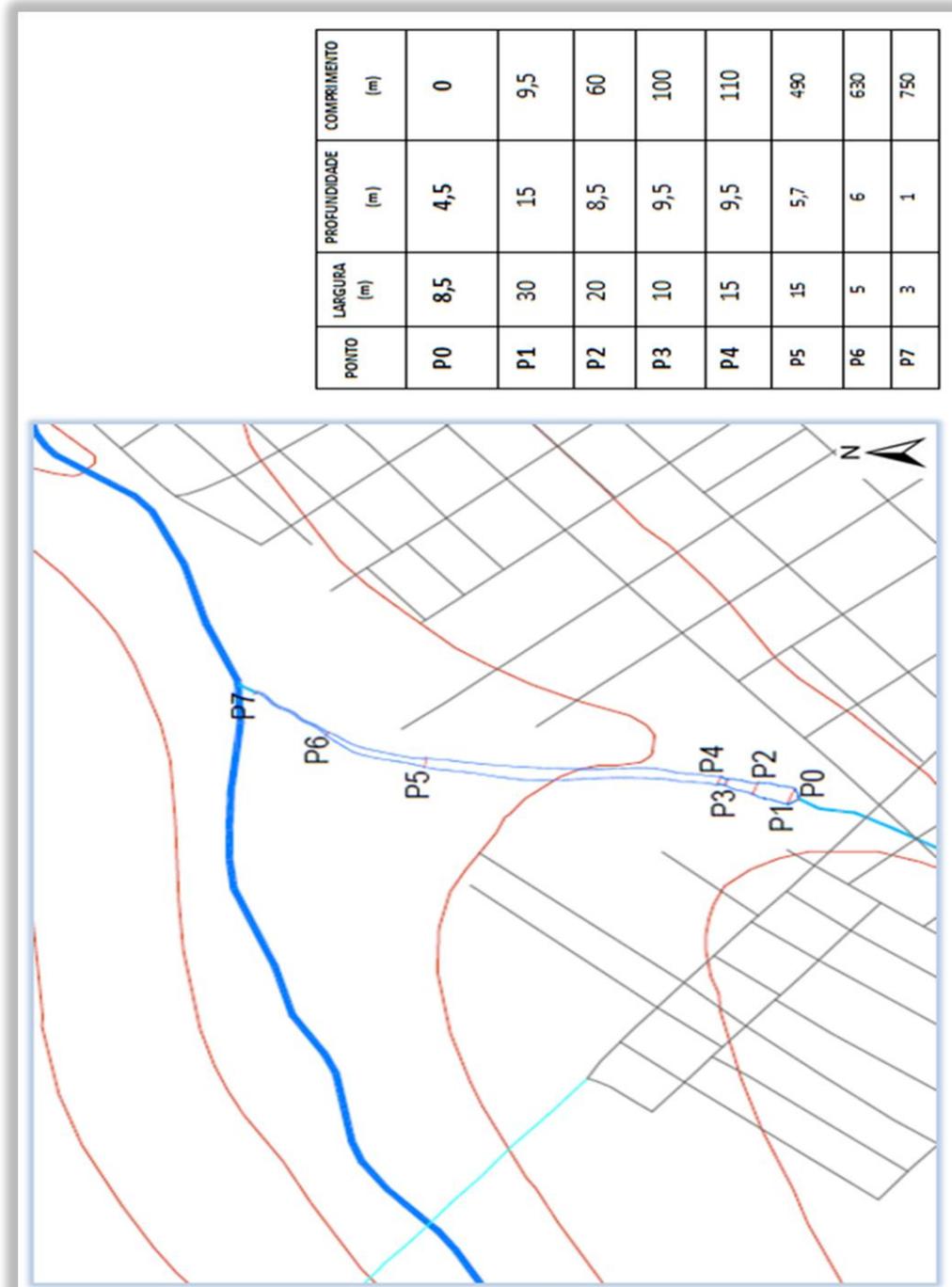
Espécies da flora encontradas na área da erosão.

Família	Espécie	Origem	Pioneira/Secundária
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Nativa	Pioneira
	<i>Mangifera indica</i> L.	Exótica	Pioneira
Annonaceae	<i>Annona emarginata</i> Schtdl. H. Rainer	Nativa	Secundária
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Exótica	Pioneira
	<i>Dieffenbachia</i> sp.	Nativa	Secundária
	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Exótica	Secundária
	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Exótica	Secundária
Apocynaceae	<i>Peltastes peltatus</i> Vell. Woodson	Nativa	Pioneira – Secundária
	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Nativa	Pioneira
Aquifoliaceae	<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	Nativa	Secundária
	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	Nativa	Secundária
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.	Exótica Invasora	Pioneira
Bignoniaceae	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G. Lohmann	Nativa	Pioneira
	<i>Jacaranda</i> sp.	Nativa	Pioneira
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth	Exótica Invasora	Pioneira
Boraginaceae	<i>Heliotropium transalpium</i> Vell.	Nativa	Pioneira
Cactaceae	<i>Pereskia grandifolia</i> Haw.	Exótica	Pioneira
Commelinaceae	<i>Tradescantia</i> sp.	Exótica	Secundária
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> (L.)	Nativa	Pioneira
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) Mull. Arg.	Nativa	Pioneira
	<i>Bia alienata</i> Didr.	Nativa	Secundária
Fabaceae – Mimosoideae	<i>Parapiptadenia rigida</i> Benth. Brenan	Nativa	Pioneira
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wilt	Exótica Invasora	Pioneira
	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Nativa	Secundária
Lauraceae	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr	Nativa	Secundária
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	Nativa	Secundária
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> (L.)	Exótica	Pioneira
Marantaceae	<i>Ctenanthe setosa</i> (Roscoe) Eichler	Nativa	Pioneira
Menispermaceae	<i>Cissampelos</i> sp.	Nativa	Pioneira
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger et. al.	Nativa	Secundária
	<i>Ficus</i> sp.	Nativa	Pioneira
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Nativa	Secundária
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Nativa	Pioneira - Secundária
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Ainton	Exótica Invasora	Pioneira
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Nativa	Pioneira

Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	Nativa	Secundária
Primulaceae	<i>Myrsene</i> sp.	Nativa	Pioneira
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl	Exótica Invasora	Pioneira
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Nativa	Pioneira
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Nativa	Pioneira
	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Nativa	Pioneira
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess	Nativa	Secundária
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radk.	Nativa	Pioneira
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> Hook. & Arn. Radlk	Nativa	Pioneira
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schtdl.	Nativa	Pioneira
	<i>Brugmansia suaveolens</i> (Wild.) Bercht & J. Presl	Exótica	Pioneira
	<i>Solanum pseudoquina</i> A. St-Hil.	Nativa	Pioneira
Silicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Nativa	Pioneira
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk). E.P. St. John	Nativa	Secundária

APÊNDICE 3

Croqui da erosão.



ANEXO 1

Cadastro de Voçorocas (IPT 2004, adaptado).

1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA EROSÃO	
Nome: Voçoroca do Córrego afluente do Rio KM 119	
Acesso: Pela Perimetral Tancredo Neves	
Bairro: Centro	Município: Campo Mourão - PR

2. DADOS REGIONAIS	
Bacia Hidrográfica: Rio KM 119	Geomorfologia: Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, Unidade Morfoescultural Terceiro Planalto paranaense e Sub-Unidade Morfoescultural denominada de Planalto de Campo Mourão
Geologia: Grupo São Bento, Formação Serra Geral	Pedologia: Latossolo Vermelho Distroférico e Nitossolo Vermelho

3. DADOS GEOMÉTRICOS DA VOÇOROCA	
Comprimento: 490 m	Largura Média: 10 m
Profundidade Média: 6m	Volume: 29.400 m ³

4. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO	
Área de Contribuição: 11,93ha	Comprimento da Rampa da Vertente da Cabeceira: 4,5m
Declividade da Vertente da Cabeceira: 12%	

5. INTERAÇÃO DA EROSÃO COM A ÁREA URBANA

A voçoroca está localizada na zona noroeste da malha urbana do município de Campo Mourão, entre a Avenida Perimetral Tancredo Neves e o Rio Km 119, nas proximidades da Rua Araruna. No seu entorno encontram-se cerca de 30 residências, alguns estabelecimentos comerciais (oficinas, bares, retificadoras) e área de pasto. A erosão encontra-se no córrego afluente do Rio Km 119.

6. MEDIDAS DE COMBATE

- Distribuição da área drenada pelo emissário que deságua na voçoroca.
- Construção de uma bacia de retenção no leito do córrego do Rio KM 119, na área mais crítica da erosão;

ANEXO 2

Licença ambiental de instalação do loteamento Jardim Topázio.

		IAP - Instituto Ambiental do Paraná			
Tipo de Licença (Modalidade)	Protocolo	Núm. Licença	Data Emissão	Data Validade	
LI - Licença Ambiental de Instalação	119009596	16986	12/06/2013	12/06/2017	
- Informações do Autorizado					
Nome/Razão Social					
LUIZ CARLOS NOGAROLLI					
Endereço	Bairro				
RUA MATO GROSSO, Nº1620, ED. VITÓRIA RÉGIA	CENTRO				
Município			CEP		
Campo Mourão / PR			87303-316		
- Informações do Empreendimento					
Empreendimento					
IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTO URBANO - LOTEAMENTO TOPAZIO					
Atividade	Atividade Específica				
Parcelamento do solo urbano para fins residenciais	LOTEAMENTO URBANO				
Endereço	Bairro				
CHACARA 146/REM/148-REM-A	-				
Município		CEP	Coordenadas (utm norte / utm leste)		
Campo Mourão / PR		87300-000	7340996 - 358972		
Corpo Hídrico do Entorno	Bacia Hidrográfica				
Rio 119	Ivaí				
Origem Água Utilizada	Destino do Esgoto Sanitário		Destino do Efluentes Final		
Rede Pública	-		Rede de Esgoto		
Origem Água Utilizada	Destino do Esgoto Sanitário		Destino do Efluentes Final		
Rede Pública	-		Rede de Esgoto		
Condicionantes					
A presente licença emitida em conformidade com o estabelecido na Resolução 065/08 CEMA e Resolução 031/98 SEMA/IAP, Resolução 237/98 CONAMA, autoriza a instalação do empreendimento de parcelamento do solo urbano com fins residenciais, no lote Chácara 146/REM/148 REM, do perímetro urbano da cidade de Campo Mourão. As obras e serviços para a implantação do empreendimento deverão ser executadas em conformidade com os projetos técnicos					

apresentados e aprovados no procedimento de licenciamento ambiental, observadas as especificações constantes dos projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambientais e demais condicionantes, da qual constituem motivos determinantes. Esta Licença poderá ser suspensa e ou cancelada a qualquer tempo, em decorrência de violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram sua emissão. O empreendimento deverá, a qualquer tempo, atender as diretrizes previstas no Plano Diretor do município e a Lei Federal 6766/79. A presente Licença não substitui ou dispensa quaisquer outros Alvarás e/ou Certidões de qualquer natureza a que, eventualmente esteja sujeita na legislação Federal, Estadual ou Municipal. Em caso de descumprimento da legislação ambiental ou implantação de projetos em desacordo com o aprovado, sujeita os responsáveis às penalidades previstas na Lei 9605/98 e sua regulamentação, com encaminhamento de procedimento ao Ministério Público. A emissão desta Licença não desonera o empreendedor de obrigações constantes da Licença Prévia emitida para este empreendimento.

Parâmetros de Atividade Poluidora

--