



O USO E COBERTURA DA TERRA E O DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA PERIURBANA

SILVA, Valquiria Brilhador¹; FORTES, Edison²

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar o uso e cobertura da terra e sua contribuição para o desenvolvimento de processos erosivos em área rural e periurbana, no município de Luiziana – Paraná. Foram elaborados mapas de uso e cobertura da terra para os anos de 1980 e 2019, e investigação de campo. Os dados foram integrados em Sistema de Informação Geográfica o que permitiu a sobreposição de informações e estabelecer relações entre usos e processos. Os resultados indicam o desencadeamento de processos erosivos como resultante de mudanças no uso e cobertura da terra, tanto na área rural como na área urbana, sendo que na área urbana/periurbana o processo acelerado está relacionado a impermeabilização do solo e ao sistema de drenagem urbana.

Palavras-chave: Processos erosivos; elementos construídos; mapeamento.

LAND USE AND LAND COVER AND THE DEVELOPMENT OF EROSIVE PROCESSES IN PERIURBAN AREA

ABSTRACT

This work aimed to analyze land use and land cover and its contribution to the development of erosion processes in rural and periurban areas, in the municipality of Luiziana-Paraná. Land use and land cover maps were drawn up for the years 1980 and 2019, and field research was made. The data were integrated into the Geographic Information System, which allowed the overlapping of information and the establishment of relationships between uses and processes. The data were integrated into the Geographic Information System, which allowed the overlapping of information and the establishment of relationships between uses and processes. The results indicate the triggering of erosion processes as a result of changes in land use and land cover, both in rural and urban areas, and in the urban/periurban area the accelerated, process is related to soil impermeability and the urban drainage system.

Keywords: Erosive processes; built elements; mapping.

1. INTRODUÇÃO

A ação do homem sobre o meio provoca alterações em maior ou menor intensidade, tanto pelas atividades desenvolvidas nas áreas rurais, onde a cobertura da terra é alterada para o cultivo, como na

¹ Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá. E-mail: valkiriabs@yahoo.com.br. Registro ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4680-6192>.

² Doutor em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Professor adjunto na Universidade Estadual de Maringá. E-mail: edison-fortes@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9840-1624>.

construção de cidades com a impermeabilização que altera a drenagem natural. A mudança do uso do solo, com o desmatamento para a implantação das atividades agrícolas é apontada como fator desencadeante dos processos erosivos (NAKASHIMA, 1999). Na área rural, a erosão está relacionada principalmente ao manejo do solo. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2008), “a diferença da perda de solo por erosão em diferentes sistemas de manejo para o mesmo solo é muito maior que a diferença de erosão de diferentes solos com o mesmo manejo”. O pisoteio de animais e as trilhas formadas, favorecem a concentração de fluxos superficiais e o desenvolvimento de sulcos e ravinas (CALEGARI; MARTINS 2004).

Outro fator importante que contribui para o desenvolvimento da erosão na área rural são as estradas rurais, que podem favorecer os processos erosivos, pois o solo compactado dificulta a infiltração da água, facilitando o escoamento superficial. De acordo com Favaretto et. al, (2006), as estradas, quando não integradas às lavouras por meio de práticas conservacionistas de suporte, se transformam em fator desencadeador do processo erosivo pela água da chuva. Em estradas traçadas no sentido da declividade do terreno (morro abaixo), toda a água que cai diretamente nela ou água recebida de terrenos mais altos se concentra, ganhando força e carregando partículas do solo resultando na erosão.

De acordo com Luce (2001), a natureza linear das estradas, que comumente cruzam gradientes topográficos, exerce uma influência nos processos hidrológicos em escala de bacias hidrográficas. De acordo com o autor a concentração de escoamento de superfícies de estradas aumenta efetivamente a densidade de drenagem, alterando a distribuição de água nas encostas e potencialmente aumentando os fluxos de pico dos rios.

As estradas devem ser niveladas em relação aos terrenos adjacentes, e não aprofundadas em relação a eles. Por meio de algumas práticas, pode ser evitada a erosão nas estradas rurais, como por exemplo traçar as estradas nos divisores de águas. Quando for inevitável o traçado no sentido da pendente elas deverão ser integradas às lavouras por meio de práticas mecânicas como os terraços. As saídas laterais da água deverão ser destinadas a bacias de captação e acumulação (FAVARETTO et al, 2006).

Na área periurbana, os processos erosivos relacionados ao sistema de drenagem urbano são um problema comum, relatado em vários municípios brasileiros. Iwasa *et al.* (1991) observam que a concentração de águas superficiais pelo processo de urbanização é uma causa decisiva na deflagração de processos erosivos. Ao analisar a ocupação urbana e a ocorrência das erosões na Bacia do Pardo Grande, no estado de São Paulo, os autores fazem algumas considerações por ser semelhante aos problemas encontrados em vários municípios, tais como: processos erosivos nas drenagens de primeira ordem, eixo natural de concentração das águas de superfície; medidas inadequadas pelas prefeituras, como

aterramento com lixo, aterros sem drenagem subterrânea e proteção superficial; instalação de galerias sem dissipadores.

Gasparetto *et al.* (1995), em trabalho realizado no município de Cidade Gaúcha-Pr, atribuíram a origem das voçorocas e ravinas ao processo de urbanização. Segundo os autores os processos erosivos estão sempre associados a concentração da drenagem em superfície, devido ao traçado inadequado das ruas, ruas inacabadas nas vertentes, terraplanagem para loteamentos, áreas de empréstimo de materiais. Nakashima (1999), Cunha, Castro e Salomão (1999), em estudos realizados no noroeste do Paraná, onde predominam solos de textura arenosa, destacam o traçado viário e o escoamento das águas pluviais urbanas, e falta de galerias pluviais como fatores relacionados a erosão linear em cabeceiras de drenagem.

Zamuner (2001) realizou estudo de um processo erosivo no interior de um Parque em área florestada na área urbana do município de Maringá-PR, em solos de textura argilosa. (Latosolo vermelho e Nitossolo vermelho). Ele destaca que apesar dos solos apresentarem textura argilosa, porosidade alta, e da floresta ter sido preservada na área de cabeceira e de fundo de vale, ravinas e voçorocas se desenvolveram pelo lançamento concentrado de água pluvial do sistema de drenagem urbana, devido a falta de dissipadores na extremidade dos tubos.

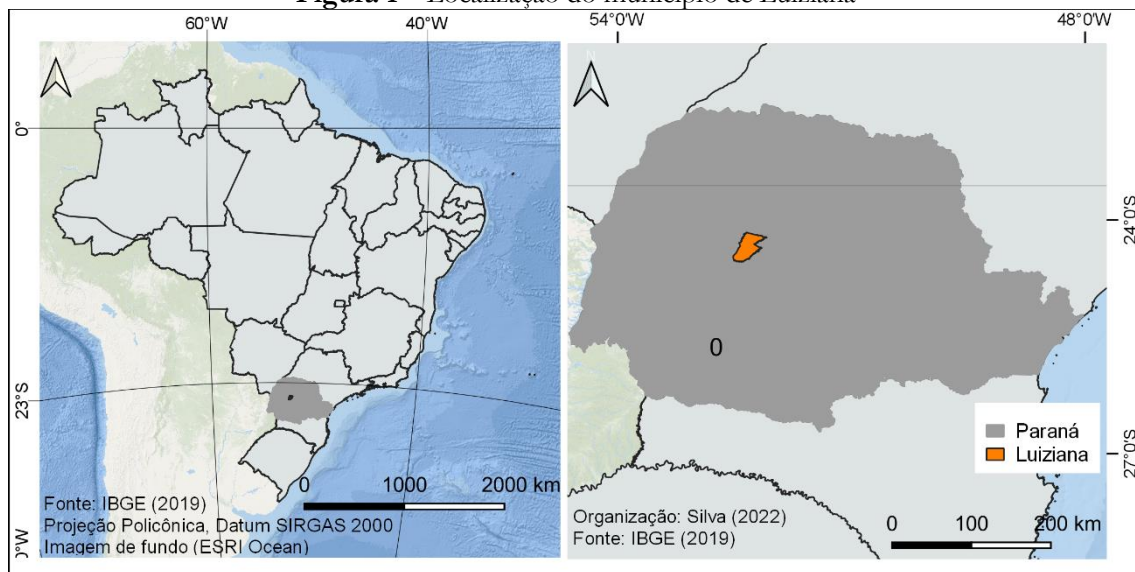
Zaparoli e Nóbrega (2006), avaliaram uma voçoroca situada entre os municípios de Sarandi e Maringá, que se desenvolveu numa cabeceira de drenagem, também em área cobertos por solos de textura argilosa (Latosolo Vermelho e Nitossolo Vermelho). Segundo as autoras, a cabeceira da voçoroca está localizada junto à descarga de uma galeria pluvial da área urbana, e apesar de existir obras de engenharia como um dissipador de energia, encontram se destruída pela atividade erosiva.

O estudo tem o objetivo de fazer uma avaliação qualitativa das mudanças ocorridas no uso e na cobertura da terra, e da localização dos processos erosivos, buscando estabelecer relações entre os tipos de usos e o desenvolvimento de três processos erosivos na área periurbana do município de Luiziana-Paraná.

1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Luiziana encontra-se na mesorregião Centro-Ocidental Paranaense, coordenadas 24°17'16.0"S, 52°16'32.0"O (Figura 1), ocupa uma área de 908,788 km², faz limites com os municípios de Campo Mourão, Barbosa Ferraz, Iretama, Roncador, Nova Cantu e Mamborê. Tem uma população estimada em 7.285 habitantes, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,668, e o grau de urbanização de 65,02% (IPARDES, 2019).

Figura 1 – Localização do município de Luiziana



Fonte: elaborado pela autora

De acordo com Licht e Arioli (2018), o substrato rochoso é composto por derrames de lavas básicas, com frequentes ocorrências de pegmatitos básicos, e raros depósitos vulcanoclásticos, que diminui a frequência da base para o topo. Os tipos de solos na área são Latossolo Vermelho e associação de Neossolo Litólico, Nitossolo Vermelho e Chernossolo Háptico (EMBRAPA, 2006).

A área de estudo está situada no Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 2002), no limite entre as subunidades Planalto de Campo Mourão e Planalto do Alto/Médio Piquiri (SANTOS *et al.* 2006). De acordo com estes autores a sub-unidade do Planalto de Campo Mourão é caracterizada por apresentar baixa dissecação, topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base, com vales em calha. O Planalto do Alto/Médio Piquiri apresenta dissecação média, topos alongados e isolados, vertentes convexas e convexo-côncavas e vales na forma de U aberto. A área urbana do município de Luiziana está sobre o topo de interflúvio entre as bacias dos rios Sem Passo, Chupador e das Lontras, todas inseridas na bacia do rio Ivaí.

A vegetação original da área de estudo é a Floresta Ombrófila Mista Montana (RODERJAN, *et al.* 2002). A área de estudo encontra-se na transição entre dois tipos climáticos o clima Cfa e Cfb, segundo a classificação de Köppen (1948). O clima Cfa é caracterizado por verões quentes, com temperatura média acima de 22°C no mês mais quente, sem estação seca e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão. O Clima Cfb é caracterizado por apresentar temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C, sem estação seca.

Dados de precipitação média mensal e anual de um período de 44 anos (1976-2019). A média de precipitação anual para o período analisado (1976-2019) é de 1846 mm. As médias mensais do período analisado indicam os meses de novembro, dezembro, janeiro e maio como os meses mais chuvosos.

2. 2 METODOLOGIA E MATERIAIS

Para investigação do histórico dos processos erosivos atuais foi realizado mapeamento do uso da terra e dos processos erosivos, análise de imagens de satélite históricas, levantamento de informações históricas e investigação de campo. O mapa de uso e cobertura da terra para as datas de 1980 e 2019. O ano de 1980 foi escolhido devido a fotografia aérea disponível, e o ano de 2019 por ser o ano inicial da pesquisa. O mapa do ano de 1980 foi gerado a partir de deum mosaico de fotografias aérea na escala de 1:25000 ortorretificadas e posteriormente georreferenciado. O mapa de 2019 foi gerado a partir de imagem de satélite com resolução espacial de 0,5m obtida na plataforma Bingmaps.

A drenagem foi obtida na carta topográfica (EXÉRCITO, 1990) na escala de 1:50000, e corrigida pela imagem de satélite. Da carta da topográfica também foram obtidas informações úteis como divisas, localização de construções, o que auxiliou na contextualização dos fatos. As informações foram inseridas em Sistema de Informação Geográfica-SIG, permitindo o mapeamento e a sobreposição de dados. A identificação dos elementos a serem vetorizados foi realizada a partir de diferentes níveis de zoom, e a vetorização dos elementos foi realizada com zoom para escala em torno de 1:2000.

O uso e cobertura da terra foi classificada em: campo sujo (áreas em que o uso foi deixado), mineração (área de exploração de argila), silvicultura (para culturas de pinus), florestal (áreas constituídas por reserva e ou Área de Preservação Permanente-APP), cultura temporária e cultura permanente, área exposta (áreas próximas a rios ou em meio a área cultivada), erosão (áreas onde foi possível detectar processos erosivos) e área urbana (área construída e loteamentos sem construção mas com arruamento definidos).

3. USO E COBERTURA DA TERRA E EVOLUÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS

A ocupação no município de Luiziana teve início por volta de 1912, por algumas famílias de posseiros vindas do sul do Paraná e também do estado do Rio Grande do Sul, que se instalaram na

localidade formando um povoamento (LUIZIANA, 2019). Bernardes (1953) afirma que o povoamento já se iniciara espontaneamente desde o começo do século, em grande parte das colônias fundadas pelo governo estadual, especialmente junto ao divisor Ivaí-Piquiri e no vale destes rios.

De acordo com Yokoo (2013), entre 1903-1939 a ocupação territorial efetuada nos terrenos devolutos situados no vale do Piquiri-Ivaí é resultado da frente de expansão, pois o povoamento se deu de modo espontâneo, sobretudo de caboclos e camponeses pobres que constituíram posse de terra. A partir de 1939 ocorreu o avanço das frentes pioneiras com a entrada em vigor do Decreto Estadual nº 8.564, de 17 de maio de 1939 autorizando a Secretaria de Obras Públicas, Viação e Agricultura a executar nos municípios de Londrina e Guarapuava (ao qual pertenciam as terras correspondentes ao atual município de Luiziana) os Planos de Colonização dirigida (YOKOO, 2013).

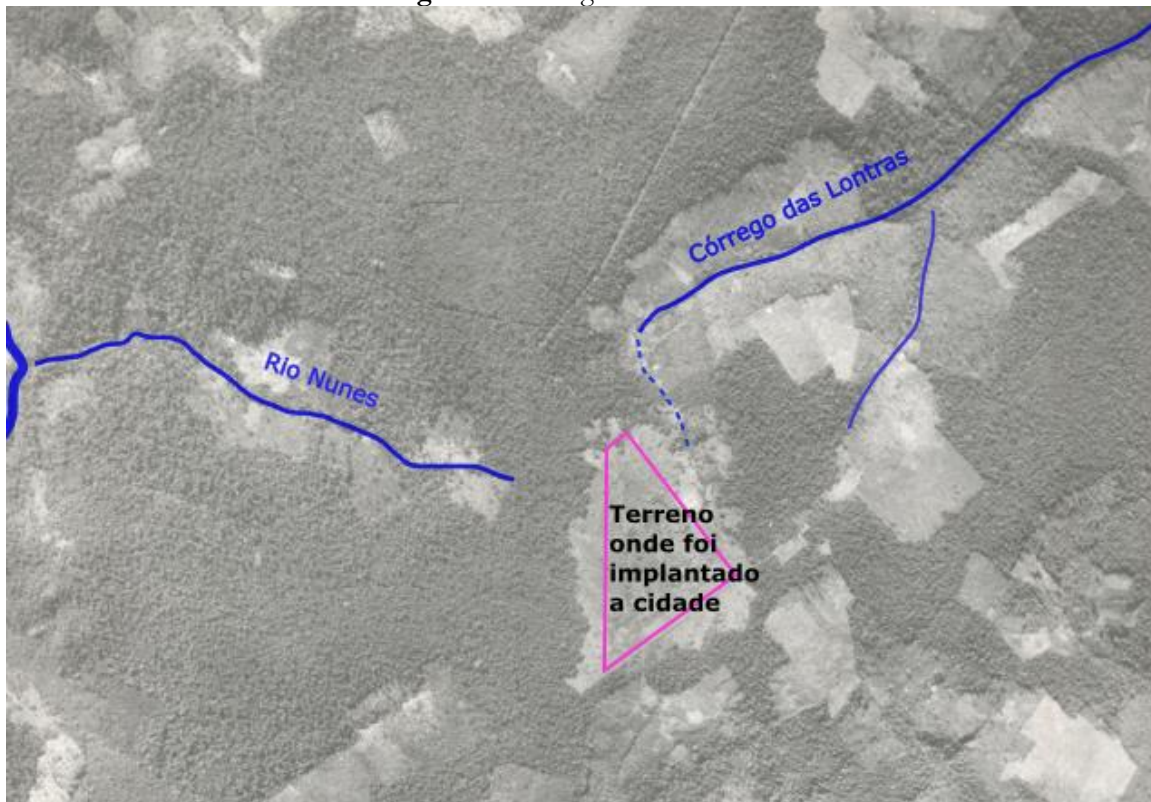
Segundo Yokoo e Serra (2018), o governo do estado do Paraná por meio do Departamento Terras e Colonização, responsável pela execução das políticas de colonização deu encaminhamento aos pedidos de concessão e demarcação das glebas de terras devolutas para colonização. Na mesorregião centro ocidental foi demarcada glebas de terras para a instalação de diversas Colônias Estaduais, dentre elas a Colônia Muquilão, a qual pertencia Luiziana.

Nas colônias estaduais foram planejados e instalados pequenos centros urbanos, adotado a repartição dos lotes coloniais de tamanho variável e nos fundos das propriedades o acesso a curso de água e, ligados por carregadores até o espigão acessando as estradas vicinais ligando aos núcleos urbanos coloniais (YOKOO; SERRA 2018).

Na fotografia aérea de 1953, pode ser observado o início do desmatamento (Figura 2), e uma área “limpa” onde viria a ser instalado a área urbana, correspondente a parte sul da cidade. A demarcação e titulação legal dos lotes agrícolas em Luiziana ocorreu em 1952, por determinação do governador do estado e executado pela Prefeitura de Campo Mourão. Também foi delimitado o perímetro urbano de Luiziana e traçadas as ruas e avenidas. Em 1965 o patrimônio de Luiziana foi elevado a Distrito Administrativo de Campo Mourão-PR. E em 1987 Luiziana se tornou município (LUIZIANA, 2019).

De acordo com Daniel (2007), o desenvolvimento da voçoroca teve início no final da década de 1970, mas suas dimensões ampliaram no fim da década de 1990. A expansão do processo erosivo é atribuída a pavimentação asfáltica e a canalização das galerias pluviais. De acordo com Kallás e Sant’Ana (2018), o processo erosivo já existia anterior ao processo de implantação das galerias pluviais, e se caracterizava por uma ravina por volta de 1980.

Figura 2 - Fotografia aérea 1953

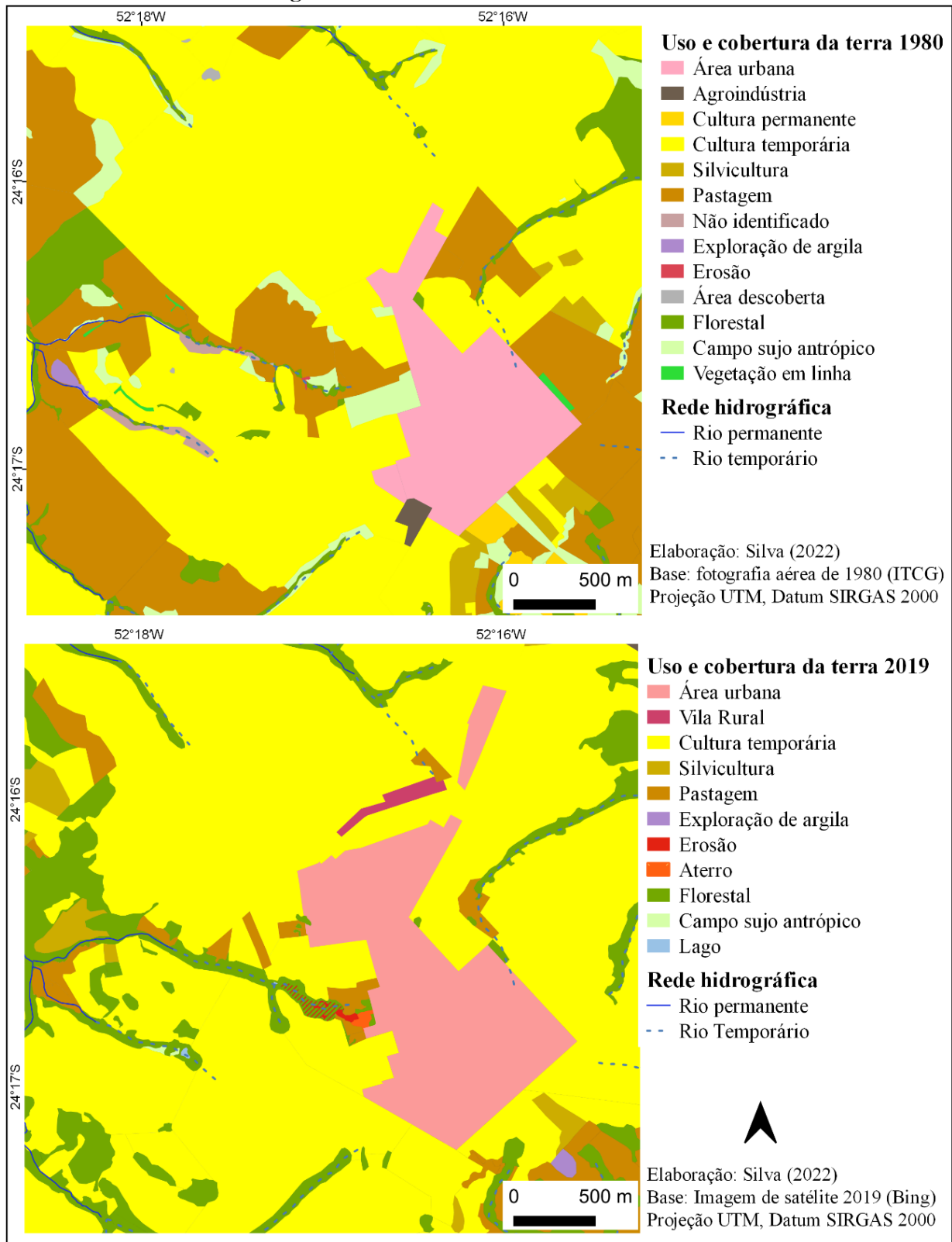


Fonte: ITCG (1953)

Ao analisar a cobertura e uso da terra na área nos anos de 1980 e 2019, verifica-se que não houve mudanças significativas quanto a área cultivada e o tipo de cobertura na área onde se encontram os processos erosivos em estudo (Figura 3). Houve diminuição da área de pastagem, onde o uso passou a ser de cultivos temporários como trigo, soja e milho.

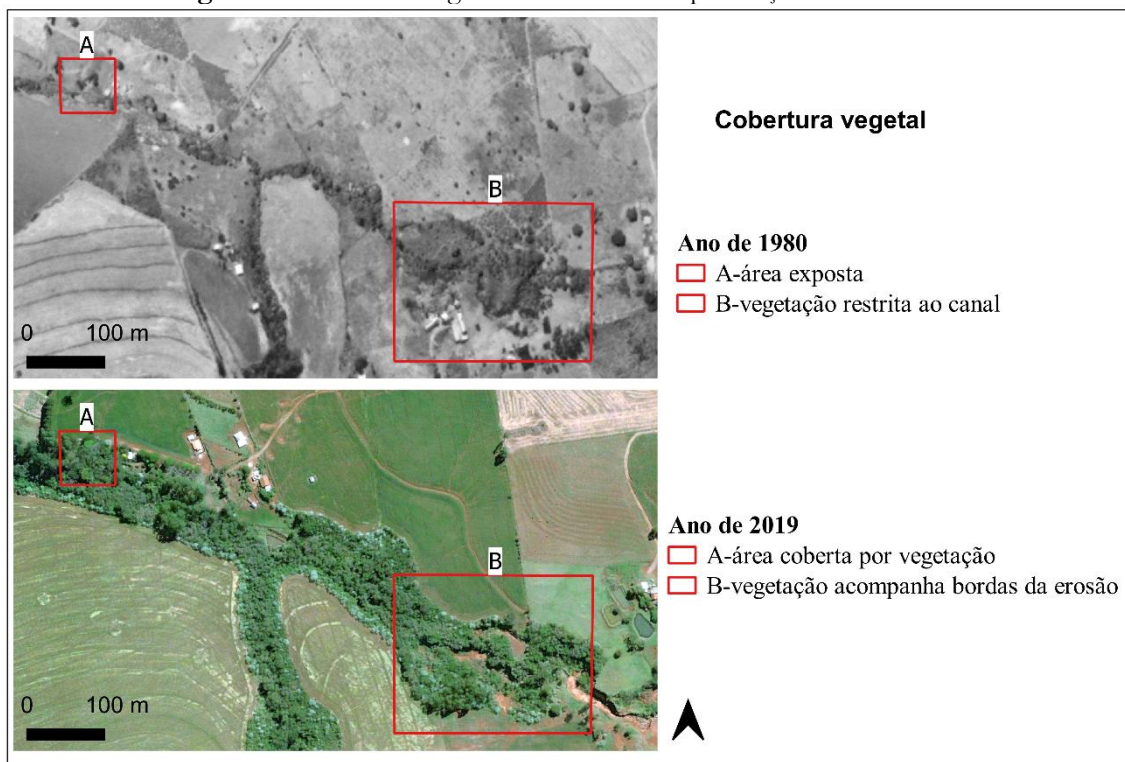
Quanto a cobertura vegetal observa-se que, houve um aumento aparente na vegetação ripária. Na Figura 4, observa-se trechos de rio que em 1980 estavam expostos, em 2019 encontram-se “cobertos” por vegetação; e pontos afetados por processo erosivo em 1980, onde houve uma desaceleração no processo (Figura 4A). Quando observadas as imagens históricas observa-se que a área de vegetação ripária foi sendo ampliada gradativamente, e isso ocorreu ou por imposição da Lei, ou devido a expansão do processo erosivo. No último caso a aparente ampliação da área da vegetação ripária, na realidade a vegetação camufla parcialmente a atividade erosiva em voçoroca (Figura 4B). Conforme o processo erosivo avança, abrem-se fendas no solo e o uso da área vai sendo deixado. Como ocorrem movimentos de massa, parte do solo movimentado é levado pela água, mas parte continua sobre a vertente, onde a vegetação continua fixa.

Figura 3 - Uso e cobertura da Terra 1980-2019



Fonte: a autora

Figura 4 - Cobertura vegetal na área afetada por voçoroca 1980-2019



Fonte: organizado pela autora

Em relação ao manejo do solo na área estudada, até 1989 não havia curvas em nível em todas as propriedades, e as estradas rurais eram “aprofundadas” em relação aos terrenos adjacentes. O terraceamento ou curva em nível é tido como uma das práticas mais antigas e eficientes para controlar a erosão nas terras cultivadas, pois diminui o comprimento do trajeto percorrido pela água, e interrompe o fluxo laminar reduzindo a perda do solo e a formação de sulcos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008). Ao mapear o uso do solo, verificou-se também uma diminuição de carregadores e divisas. Esses são elementos importantes, pois como já citados, tanto as estradas como as divisas são fontes originárias de escoamento concentrado das águas pluviais. Outra mudança observada foi na localização das residências na área rural, sendo que em alguns casos houve deslocamento dentro da propriedade, devido a ampliação do processo erosivo.

No final da década de 1980, o município de Luiziana, foi contemplado pelos programas de conservação do solo do governo do Paraná, o Programa de Manejo Integrado do Solo e da Água – PMISA, programa PMISA evoluiu para a implementação do subprograma de Manejo e Conservação do Solo em Microbacias Hidrográficas do Programa de Manejo e Conservação do Solo - PARANÁ RURAL que durou de 1990 até 1995 (COSTA *et al.*, 2006). Entre 1989 e 1990 foram implantadas práticas

conservacionistas como curvas em nível e readequação das estradas rurais. Neste período também foram realizadas práticas mecânicas para recuperar áreas afetadas por ravinas.

3.1 IMPERMEABILIZAÇÃO DAS VIAS URBANAS, IMPLANTAÇÃO DE GALERIAS PLUVIAIS E A AMPLIAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO

Em 1980 o sistema de arruamento na área urbana de Luiziana já estava implantado, no entanto as ruas não eram impermeabilizadas. Verificou-se que a área urbana aumentou de 107ha em 1980, para 177ha (65%) em 2019. Se considerar a área da vila rural que fica anexo a cidade e contribui com escoamento, a área passa para 191ha (78%), sendo que a influência da área da vila rural é considerada no projeto de drenagem urbana do município. Destaca-se que a área urbana cresceu principalmente para o lado oeste, contribuindo para o aumento do escoamento superficial na bacia hidrográfica onde está localizada a voçoroca Luiziana.

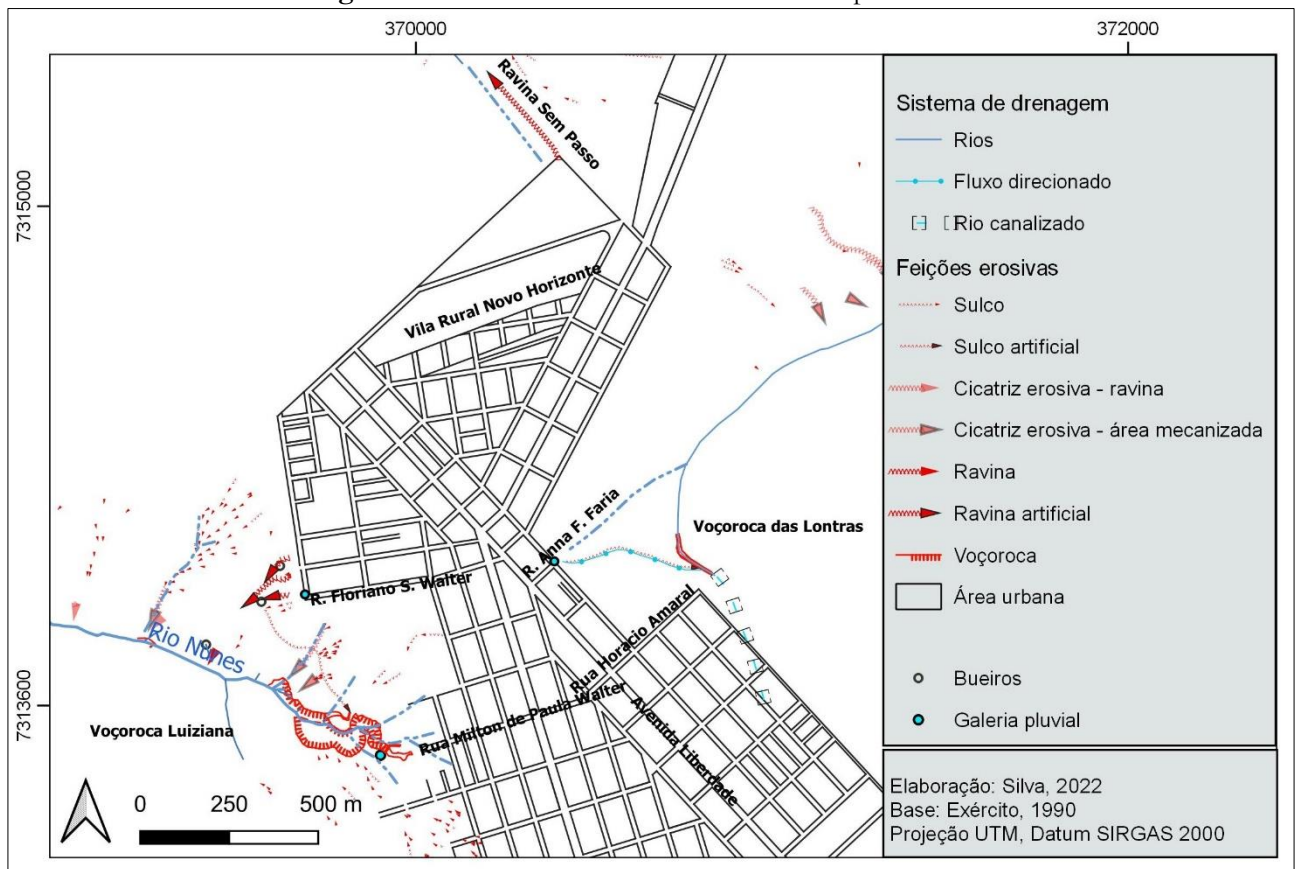
O início do desenvolvimento da voçoroca Luiziana ao longo do canal de drenagem anterior ao ano de 1980 ficou evidente, tanto ao analisarmos as fotografias aéreas e ao levantar informações sobre a área. Nas observações de campo constatou-se uma desaceleração nos processos erosivos em alguns pontos à jusante. Enquanto na área periurbana houve uma ampliação/aceleração dos processos, decorrentes das intervenções antrópicas.

Na figura 5 são destacados 3 processos erosivos na área urbana e periurbana: a voçoroca Luiziana, a voçoroca das Lontras e a ravina Sem Passo.

O estudo revela que algumas feições erosivas causadas pelo escoamento da água superficial permanecem na mesma posição ao longo do tempo. Constatou-se que a concentração dos fluxos hídricos superficiais no seguimento côncavo das vertentes está relacionada aos processos de erosão ativa encontrados no fundo de vale, onde ocorrem as frentes de expansão do processo erosivo. Em locais onde ocorre o lançamento de água da drenagem urbana de forma inadequada, a direção de escoamento natural foi alterada de forma artificial, dando origem, a sulcos e a ravinas. De forma que houve a intensificação dos processos erosivos na área periurbana.

Na área cultivada, estas ravinas passaram por obras de terraplanagem para contenção do processo erosivo, e são constantemente retrabalhadas por processos de mecanização inerentes ao cultivo. Na área onde foi deixado o uso agrícola para crescimento natural da vegetação, houve desaceleração do processo erosivo.

Figura 5 - Processos erosivos na área urbana e periurbana.



Fonte: a autora

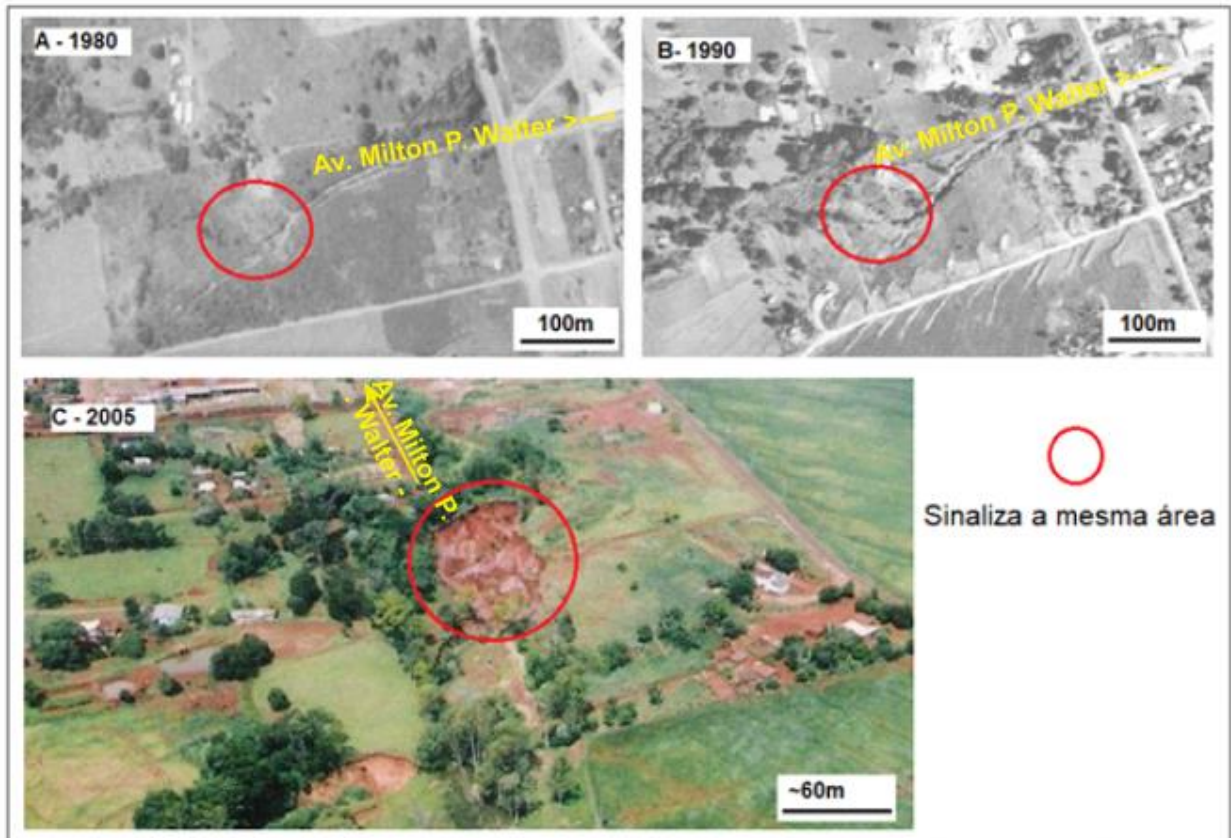
3.1.1 Voçoroca Luiziana

A voçoroca Luiziana se desenvolveu no rio Nunes, apresenta largura variável a qual chega a 100m na área mais ativa, camuflada pela vegetação, profundidade que varia de 8 a ~30 metros. Considerando a atividade do processo erosivo, a sua extensão é de 750 metros, sendo que os primeiros 450 metros de montante para jusante correspondem as áreas maior atividade deste processo, em que movimentos de massa ocorrem frequentemente. No entanto, à jusante, em toda a extensão do rio Nunes, encontram-se várias cicatrizes de processos erosivos, que devido a mudanças no uso da terra, estão em processo de desaceleração.

Na Figura 6, o círculo em vermelho sinaliza a cabeceira da voçoroca Luiziana. Em 1980 aparece a estrada, continuação da rua Milton de Paula Walter, onde o processo erosivo desenvolveu-se lateralmente; em 1990, observa-se alargamento e aprofundamento da incisão. Em 2005, após um evento chuvoso, houve um movimento de massa e uma ampliação significativa do processo erosivo (fotografia

obtida em sobrevoo, sem escala), que teria toma do uma proporção em torno de 60m de largura e 20m de profundidade (AMBIENTE BRASIL, 2005).

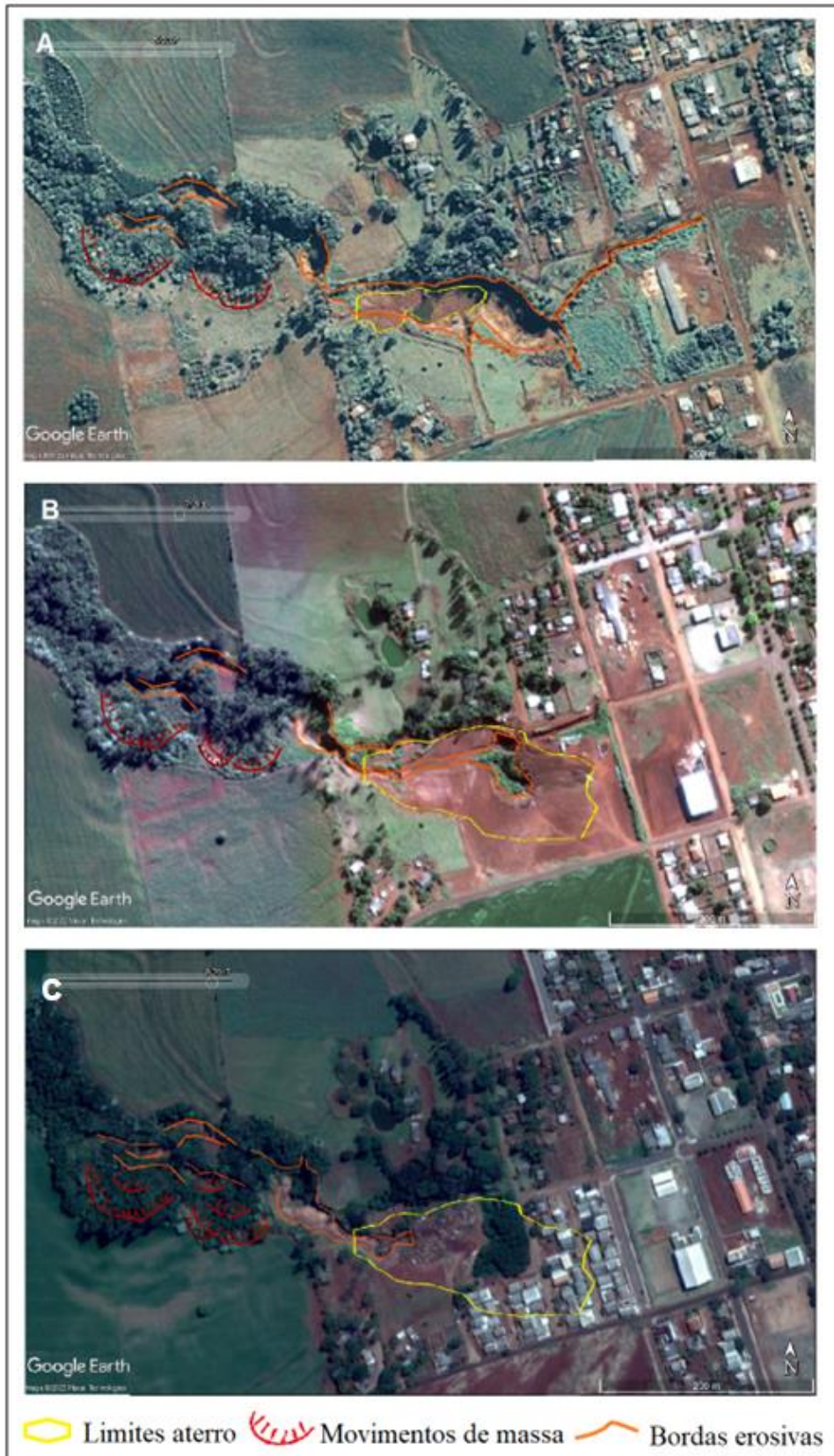
Figura 6 - Ampliação do processo erosivo na área periurbana (1980,1990,2005)



Fonte: A - ITCG (1980); B-MINISTÉRIO DA CIDADE (1990); C- PREFEITURA MUNICIPAL DE LUIZIANA (obtida de DANIEL, 2007)

Entre 2006 e 2007 diversas mudanças ocorreram. No ano de 2006 foi iniciada a implantação da rede de galerias pluviais. O ponto de lançamento das águas pluviais foi no final da rua Milton de Paula Walter, cruzamento com a rua Alcides Pilan, área da cabeceira da voçoroca. Devido falta de dissipador de energia, rapidamente os tubos da galeria começaram a ser destruídos, e a erosão evoluiu remontantemente (Figura 7A). No ano de 2007 apenas as avenidas Liberdade e Independência foram asfaltadas.

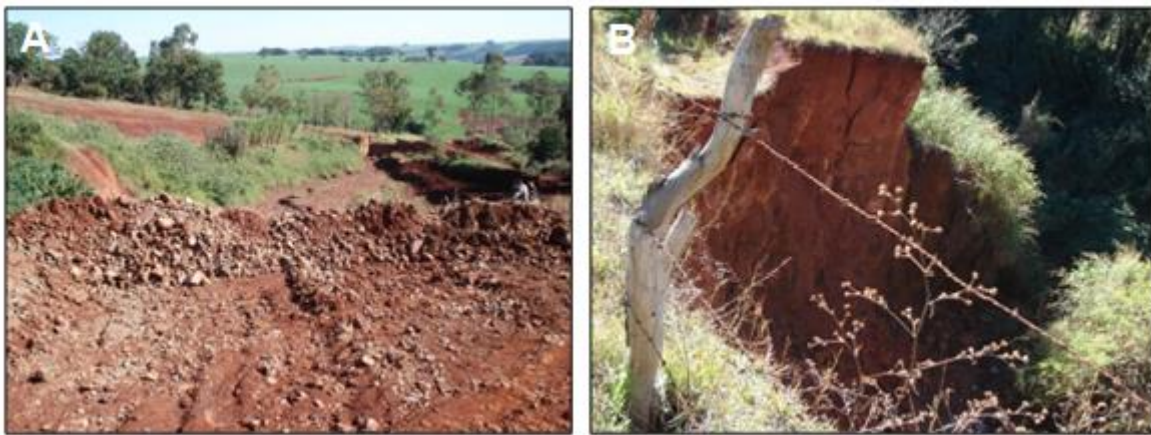
Figura 7 - Voçoroca Luiziana, A- maio de 2007; B- Julho de 2010 e C - agosto de 2017



Fonte: Google Earth imagens históricas

Na tentativa de conter a erosão foram implantadas medidas paliativas como aterro, diques e paliçadas (Figura 8A). Inclusive, na tentativa de dissipar a energia da água oriunda da galeria pluvial, blocos de rochas foram colocados no ponto de lançamento da água. No entanto a força da água mobilizava estes materiais, aumentando o poder erosivo por abrasão, a incisão erosiva evoluía aprofundando e alargando nas laterais (Figura 8B). Somado a estes fatores, houve também a ação da água subterrânea, que atua constantemente neste tipo de processo erosivo, e torna mais difícil o processo de estabilização. O asfaltamento das vias urbanas foi ampliado em 2010 e em 2016.

Figura 8 - Paliçada (A) e abatimento de bloco nas bordas da erosão (B)



Fonte: arquivo (2009)

Embora o município enfrente sérios problemas com erosão causada por lançamento de águas pluviais, e estes já tenham sido apontados na formulação do Plano Diretor, as galerias continuam sendo construídas e deixadas inacabadas, no ano de 2019, a galeria foi ampliada, e o emissário está instalado a uma altura de aproximadamente 15 metros, em relação a base da voçoroca (Figura 9).

Figura 9 - Emissário na cabeceira da voçoroca Luiziana



Fonte: aurora (2022)

O processo erosivo vem causando prejuízos sociais e econômicos. Em 2016 uma criança de 9 anos perdeu a vida, após ter se afogado na água no fundo da voçoroca. Propriedades do entorno vem perdendo áreas, além da perda de animais que caem na voçoroca (MOREIRANET, 2016). Um fator agravante ao processo erosivo é o lançamento de resíduos. Parte destes resíduos entulhos advém de construção civil, de podas, e parte é de origem doméstica. O Lançamento de entulho e lixo foi constatada por Daniel (2007), e no decorrer desta pesquisa (2018; 2019). Destaca-se que resíduos de origem vegetal como poda de árvores são degradados muito rápido, o que resultará em instabilidade na área, principalmente levando em conta a quantidade que é depositada.

No Plano Diretor do Município, de 2007, são mencionados processos erosivos relacionados à drenagem urbana nas áreas periféricas, onde não há pavimentação. O processo erosivo em discussão é citado no Plano Diretor do Município (2007), como “o maior processo erosivo da região”, que por falta de investimentos adequados, tornou-se em um dos grandes problemas de degradação ambiental do município. Advertindo-se naquele momento que o município não dispunha de condições técnicas e financeiras para combater tal processo, devendo este ser tratado em esferas superiores, federal e estadual. O mesmo documento designa a área atingida para recuperação ambiental tendo vista que o processo erosivo se encontrava em estágio avançado.

A diretriz dada no Plano Diretor de 2007, foi para a complementação e ampliação do sistema de drenagem nas áreas urbanas, bem como a sua manutenção. No macrozoneamento foram elencadas como áreas não urbanizáveis e definidas áreas de recuperação ambiental, definidas como aquelas que apresentassem processo erosivo intenso e necessidade de medidas de contenção da degradação e de reconstituição do solo e da vegetação. Em 2009 foi sancionada a Lei N° 463/2009, que dispõe sobre o Plano Diretor do município de Luiziana. No capítulo I, que trata do macrozoneamento municipal, fica estabelecido no Art. 38 as áreas não urbanizáveis do município, como “aquelas onde não é recomendável o uso para ocupação urbana”. Dentre as áreas não urbanizáveis, inciso II, está a área de recuperação ambiental que “são as áreas que apresentam processo erosivo intenso e necessitam de medidas de contenção da degradação e de reconstituição do solo e da vegetação” (PLANO DIRETOR, 2009). Estas áreas, correspondem no anteprojeto de Lei de Zoneamento (2007), Art. 28, a “Zona Especial de Recuperação Ambiental, onde não é permitido nenhum tipo de edificação e uso onde deverá ser promovida a recuperação da área degradada” (PLANO DIRETOR, 2007).

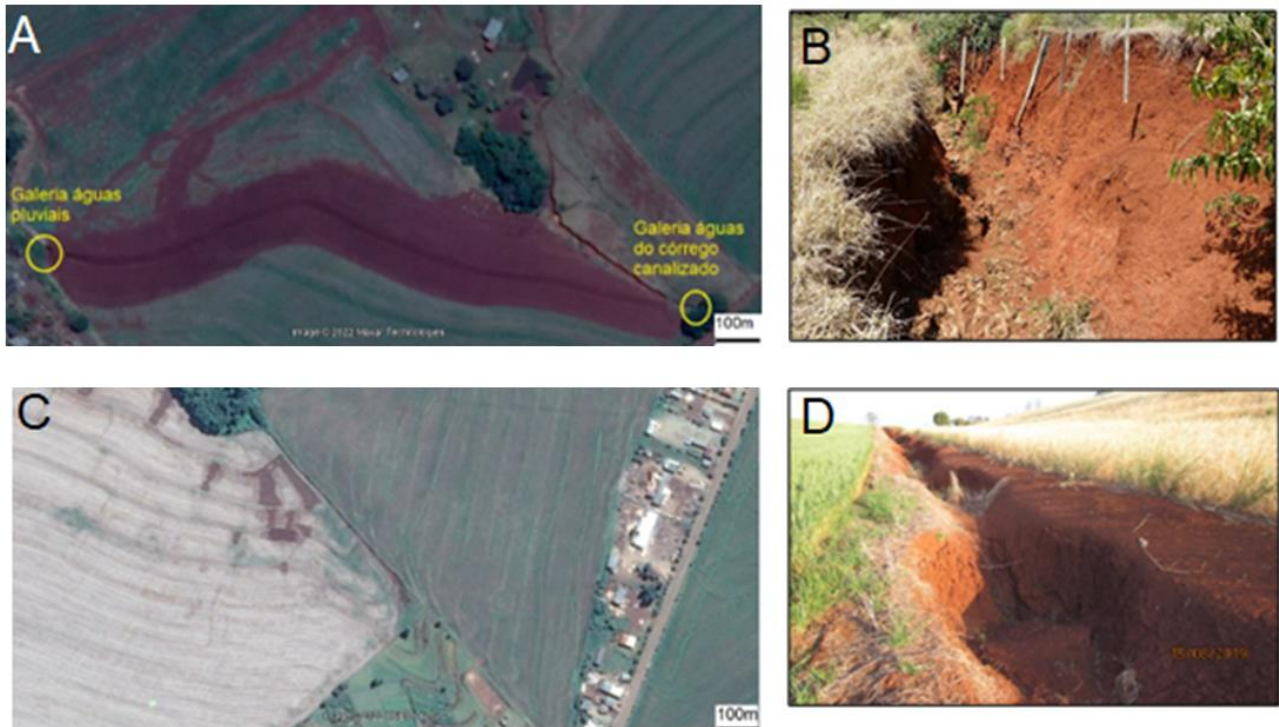
Embora no Plano Diretor de 2007 e de 2009 as áreas degradadas sejam citadas como não aconselhável para construção, a área de cabeceira da voçoroca foi aterrada em 2010, e destinada à construção de moradias populares, como pode ser observado na Figura 7 B e 7 C.

3.1.2 Voçoroca das Lontras

A voçoroca das Lontras (Figuras 10A e 10 B) se desenvolveu também lateralmente ao vale. Esta voçoroca apresentava aproximadamente 240 metros de extensão em agosto de 2017, em 2018 após intervenção mecânica e cobertura por capim, a incisão visível passa a ser de 106m, com largura média de 3m, e profundidade de 3,30m na cabeceira, 1,70m no ponto médio e 5m na extremidade inferior no encontro com a vegetação. O estudo indica que a voçoroca das Lontras surgiu e foi ampliada por uma conjunção de fatores. Inicialmente em 2011, o rio intermitente foi canalizado até a rua Horácio Amaral, e as águas foram direcionadas para a propriedade rural, junto a uma divisa de cerca no entre cultura temporária e pastagem. As águas são lançadas em bacia de retenção, sem nenhum dissipador de energia.

A segunda fonte de contribuição é oriunda do lançamento das águas de drenagem urbana. Processos erosivos já ocorriam em outro ponto da propriedade no final da rua Ana Francisca, desde a década de 1980, onde formava uma ravina, pois se trata de uma cabeceira de drenagem onde se concentra o escoamento natural. No entanto após asfaltamento em 2016 com a implantação de galerias pluviais, as águas da drenagem urbana passaram a ser lançada em também em bacia de acumulação, sem nenhum tipo de dissipador de energia. Uma curva em nível, passou a conduzir toda a água da galeria pluvial até a divisa com a área de pastagem. Analisando as imagens de satélite observa-se que a incisão aparece nas imagens após a mudança na posição da curva em nível no ano de 2017. As águas são conduzidas por uma distância de ~380m para o mesmo ponto de lançamento das águas do córrego canalizado. Em maio de 2017, o Ministério Público do Paraná, acionou o município de Luiziana, para que fossem implantadas galerias pluviais com dissipadores de energia, junto ao córrego das Lontras. Já o proprietário foi acionado pela ausência da área de APP (MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ, 2017).

Figura 10 - Voçoroca das Lontras (A 2017, B 2019); Ravina Sem Passo (C 2016, D 2019)



Fonte: Google Earth, imagens históricas (A 2017; C 2016); fotografias da autora (2019)

3.1.3 Ravina sem Passo

A ravina Sem Passo (Figuras 10C e 10D) se desenvolveu na divisa entre propriedades, lateralmente ao talvegue do vale de cabeceira. Com 320m de extensão, nas dimensões laterais predomina largura em torno de 1m, podendo medir até 3m em alguns pontos. O escoamento concentrado forma diversos degraus, que medem de 30cm a 2,70m. A incisão aparece na imagem de satélite no ano de 2016.

Nesta ravina não há lançamento de galerias pluviais. Na observação em campo e na análise de imagens verificou-se a contribuição tanto da área urbana como da área rural. Na área rural as curvas em nível são interrompidas na divisa, onde a água escoava seguindo a uma linha retilínea na divisa. Quanto as águas oriundas da área urbana não há lançamento concentrado, no entanto ocorre escoamento superficial e acúmulo de água na cabeceira, e contribui para a concentração de fluxos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desencadeamento dos processos erosivos teve como fator desencadeante, provavelmente as mudanças no uso de cobertura do solo na bacia hidrográfica. A cobertura do solo passou de floresta entre

as décadas de 1940 e 1950, para cultivos permanente e temporários nas décadas seguintes, bem como a implantação do sistema de arruamento da cidade em 1952. Como agravante, foi constatado a falta de vegetação ripária no ano de 1980.

Entre os anos de 1980 para 2019, não houve mudança significativa na cobertura do solo, na área rural. No entanto, verificou-se uma relação entre elementos construídos como divisas e carregadores, práticas mecânicas inadequadas e focos de processos erosivos. Enquanto na área urbana houve expansão, impermeabilização das vias, e implantação de galerias pluviais de forma inadequada que contribuíram para o aceleramento dos processos erosivos.

5. REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL. **Chuva forma um buraco de 20 metros de profundidade em Luiziana/PR.**

08.03.2005. Disponível em:

<https://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2005/03/08/18276-chuva-forma-um-buraco-de-20-metros-de-profundidade-em-luizianapr.html>. Acesso em: dezembro de 2022.

BERNARDES, L.M. C. O problema das “frentes pioneiras” no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia**, ano XV, v.15, n. 3, p.335-384. 1953. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1953_v15_n3.pdf. Acesso em abril de 2020.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6ª ed. São Paulo: Ícone, 2008.

CALEGARI, M. R.; MARTINS, V. M. Relação solo-relevo e erosão no trecho superior da bacia do córrego Guavirá, Mal. Cândido Rondon-PR. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia 5, I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM – RS, Santa Maria, 2004. **Anais...**Santa Maria, 2004.

COSTA, A.; VIEIRA, M. J.; BRAGAGNOLO, N.; MUZILLI, O.; PAN, W. Programas de Conservação do Solo e da Água em Microbacias: o caso do Paraná, resultados obtidos e novos desafios. In: **II SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA**. Passo Fundo, 2006.

CUNHA, J.E.; CASTRO, S.S.; SALOMÃO, F.X.T. Comportamento erosivo de um sistema pedológico de Umuarama, Noroeste do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.943-951, 1999.

DANIEL, C. A. **Erosão urbana – um estudo de caso**. 2007. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão, 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.

GASPARETTO, N.V.L, NAKASHIMA, P, NÓBREGA, M.T. **Caracterização do meio físico; subsídio para o planejamento urbano e periurbano**. Cidade Gaúcha. Convênio SUCEAM/DGE-UEM. Relatório final. 1995.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. SEMA-ITCG. GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Projeto “**Cobertura Aerofotogramétrica do Estado do Paraná**”. Fotografias Aéreas. Escala 1:25.000. Ano de 1980

IWASA, O. Y.; ALMEIDA FILHO, G. S.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; RODRIGUES, E.; OLIVEIRA, A. M. S.; KERTZMAN, F. F.; GOUVEIA, M. I. Análise de ocorrências de ravinas e boçorocas na bacia do Pardo Grande. *Atas...* II Simpósio de Geologia do Sudeste, São Paulo, 1991,

KALLÁS, F.; SANT’ANA, L. C. F. Análise ambiental da causa da voçoroca urbana localizada no município de Luiziana-PR. *In: XIV Fórum Ambiental*, Alta Paulista, 1348- 1358, 2018. ISBN: 978-85-68242-76-6

LUIZIANA, PREFEITURA. **História**. Disponível em: <https://luiziana.pr.gov.br/site/menu/historia>. Acesso em abril de 2020.

LUIZIANA. (2017) **Lei complementar nº 28, de 6 de dezembro de 2017**: dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos no município de Luiziana e dá outras providências. Luiziana: Prefeitura Municipal de Luiziana.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3ªed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MACHADO, M. S. **Estudo Geoambiental de uma voçoroca em Campo Mourão-Pr**. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ, 2017. **LUIZIANA - MPPR aciona Município para implantação de galerias pluviais e agricultor por danos ambientais em área de preservação**. Disponível em: <https://comunicacao.mppr.mp.br/modules/noticias/article.php?storyid=7527#>. Acesso em dezembro de 2022.

MOREIRANET, 10/03/2016. **Em Luiziana menino desaparecido é encontrado afogado em poça d’água**. Disponível em: <https://moreiranet.com/noticia/2225/em-luiziana-menino-desaparecido-e-encontrado-afogado-em-poca-daagua>. Acesso em dezembro de 2022.

NAKASHIMA, P. **Cartografia dos Sistemas Pedológicos do Noroeste do Paraná – distribuição e subsídios para o controle da erosão**. 1999. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1999.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná, Brasil. *Revista Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v.1, n.24, p. 75-92, 2002.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F. da.; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Ano 7, n. 2, p.03-12, 2006.

YOKOO, E. N. **A dinâmica das frentes de ocupação territorial na Mesorregião centro-ocidental paranaense**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

YOKOO, E.N.; SERRA, E. Planos de Colonização Oficial na Mesorregião Centro Ocidental Paranaense. *Geomae, Campo Mourão*, v.9, n.1, p.13-29, 2018.