



ANÁLISE DO USO DA BIOENGENHARIA NA CONTENÇÃO DE EROSÕES LINEARES: OCASO DA APA DO TIMBURI, PRESIDENTE PRUDENTE/SP.

Leonardo da Silva Thomazini ¹
Emanuela Sanches Moreira ²

RESUMO

A geografia, como ciência responsável pela organização do espaço, encontra nos estudos geomorfológicos suporte à gestão do território, integrando os ambientes físicos e sociais, em especial aos estudos dos processos erosivos relacionados a degradação dos ambientes naturais e da negligência no uso e ocupação da terra. Tais aspectos vão ao encontro com a gestão de áreas de proteção ambiental, como no caso da APA do Timburi, localizada no município de Presidente Prudente / SP, onde após sua criação por meio da lei complementar 235/2019, viu-se necessário o desenvolvimento de estudos voltados a identificação, compreensão e recuperação de áreas degradadas, justificando o objetivo deste trabalho, sendo analisar a técnica de bioengenharia por barramentos de bambu na contenção dos processos erosivos lineares. A fim de alcançar o objetivo proposto, as técnicas foram aplicadas em duas propriedades, monitoradas e comparadas quanto a eficiência dos barramentos. Em ambas propriedades, os barramentos de contenção se mostraram eficazes na recuperação das áreas degradadas a medida que reduziu o energia do escoamento superficial, reteve parte da carga de sedimentos carregados pelo escoamento superficial fluvial e permitiu o desenvolvimento de gramíneas e arbustos, mas a maior eficiência foi na propriedade onde a área foi cercada e o gado impedido de pastar.

Palavras-chave: Áreas degradadas, Geomorfologia, Processos erosivos, Área de proteção ambiental.

ABSTRACT

Geography, as a science responsible for the organization of space, finds in geomorphological studies support for the management of the territory, integrating the physical and social environments, in particular the studies of erosive processes related to the degradation of natural environments and the neglect of land use and occupation. Such aspects are in line with the management of environmental protection areas, as in the case of the Timburi APA, located in the municipality of Presidente Prudente / SP, where after its creation through the law to complete 235/2019, development was necessary of studies aimed at the identification, understanding and recovery of degraded areas, justifying the objective of this work, which is to analyze the bioengineering technique by bamboo dams in the containment of linear erosive processes. In order to reach the proposed objective, the techniques were applied in two properties, monitored and compared for the efficiency of the buses. In both properties, the containment dams proved to be effective in the recovery of degraded areas as they reduced the energy of the runoff, retained part

¹ Doutor pelo curso de Geografia da Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus Rio Claro - SP, l.thomazini@unesp.br;

² Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual Paulista - UNESP, campus Presidente Prudente, emanuela.sanches@unesp.br.



of the load of sediment carried by the river runoff and allowed the development of grasses and shrubs, but with greater efficiency it was on the property where the area was fenced and the cattle prevented from grazing.

Key words: Degraded areas, Geomorphology, Erosive processes, Environmental protection area.

INTRODUÇÃO

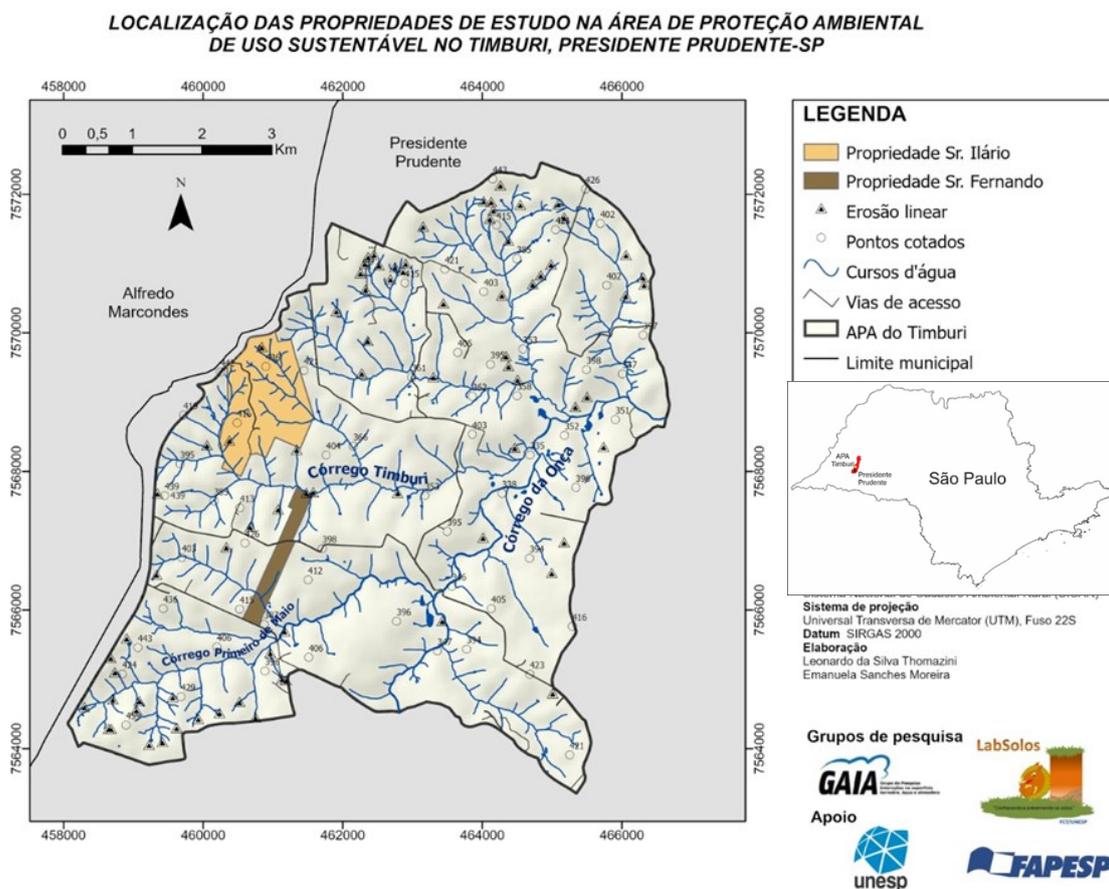
No ano de 2019, no município de Presidente Prudente, localizado no Oeste do estado de São Paulo, na região conhecida como Pontal do Paranapanema, foi sancionada a lei complementar 235/2019, dispondo da criação da Área de Proteção Ambiental do Timburi e dando os devidos provimentos.

Após longos e intensos debates entre os proprietários rurais locais, o setor público e a comunidade científica, na figura da Universidade Estadual Paulista, sobre um projeto de aterro sanitário em uma propriedade denominada Fazenda Santa Apolônia, definiu-se a necessidade de conservação da biodiversidade local não cabendo a continuação do projeto, considerando que o mesmo seria desastroso para o meio ambiente e comunidade local.

A morfologia da área foi um fator determinante, tendo em vista o predomínio de colinas de topos menores, com perfil de vertentes convexas-concavas e várias cabeceiras de drenagem com amplos anfiteatros, onde ocorrem o afloramento dos arenitos da Formação Adamantina (IPT, 1981) e, conseqüentemente, a surgência de aquíferos freáticos suspensos ; associados com as ocupações humanas e as atividades antrópicas ocorridas inapropriadamente, principalmente nas Áreas de Preservação Permanente (APP), promovem a degradação das vertentes, com o desenvolvimento dos processos erosivos lineares, como as ravinas e voçorocas, como observado in loco.

Deste modo, instituiu-se a primeira Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável compreendendo as bacias hidrográficas dos córregos Timburi e 1º de Maio, criada no município de Presidente Prudente (SP) (FIGURA 1), com a finalidade de “proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso de seus recursos naturais.” (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

Figura 1 – Localização da APA do Timburi



Tecido tais considerações, este trabalho tem como objetivo analisar a técnica de bioengenharia por barramentos de bambu na contenção dos processos erosivos lineares. Para isso, tais técnicas foram aplicadas em duas áreas da APA do Timburi, onde observou-se feições erosivas como ravinas e voçorocas. A fim de alcançar o objetivo proposto, busca-se, no referencial teórico da dialética, a relação com as características das áreas quanto a granulometria do solo, a geomorfologia, a atuação do escoamento superficial e o socioeconômico com o uso e ocupação da terra

REFERENCIAL TEÓRICO

Diversos são os trabalhos que apresentam os problemas socioambientais oriundos do desenvolvimento erosivo dos solos, como na obra intitulada “Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas” (GUERRA e JORGE, 2013), salientando que “os problemas relativos à erosão ocorrem quando a taxas de perda de solo ultrapassam níveis



naturais, geralmente por falta de práticas conservacionistas” (JORGE e GUERRA, 2013, p. 8)

As consequências da má gestão do solo impacta, portanto, não apenas o meio físico, mas, também, o social, tornando-se objeto de estudo da geografia, em especial da geomorfologia, pois, segundo Ross (1995, p. 68), “a geomorfologia, pelo seu papel integrador nas ciências da terra, é uma disciplina que muito atende aos interesses da geografia e do planejamento territorial/ ambiental”. Além disso, pode produzir, como nas palavras de Carvalho et. al. (2001, p.59), “diagnósticos de situações bem como subsídios para o planejamento territorial em suas diversas escalas”.

A atuação da geomorfologia nos estudos do meio físico foi destacada por Gares; Sherman e Nordstrom (1994), salientando as erosões entre os processos geomorfológicos e que estas alteram a paisagem e afetam as atividades humanas. Aspecto, também, destacado por Renschler e Harbora (2002), ao abordarem a importância dos estudos geomorfológicos na identificação das erosões e na obtenção de informações sobre os riscos naturais através de modelos matemáticos e dos SiG’s, ferramentas essenciais ao planejamento territorial.

Deste modo, a importância dos estudos geomorfológicos vai ao encontro da gestão das áreas de proteção ambiental, no que se refere ao zoneamento ambiental, planos de manejo e recuperação de áreas degradadas, aspectos intrínsecos às unidades de conservação (onde se enquadram as APAs) e, também, quando necessário, ao melhor aproveitamento turístico, na definição de trilhas e no melhoramento das áreas (GUERRA e MARÇAL, 2006), sendo estes também o caso da APA do Timburi, expressos no objetivo do artigo 3º, inciso XI, da LC 135/2019 de “ordenar o turismo ecológico, científico e cultural e demais atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental” (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

De acordo com Zanzarini e Rosolen (2009), os estudos para recuperação de matas de encostas e ciliares em área com existência de nascentes vêm sendo elaborados de forma mais intensiva nas últimas décadas, devido ao conhecimento da importância desta paisagem pela comunidade científica e pelo fato de que cada trabalho de recuperação ambiental é um relato ímpar, devido à complexidade dos ambientes tratados.



METODOLOGIA

As metodologias utilizadas constituem em trabalhos de gabinete com a análise e elaboração do material cartográfico, por meio dos softwares de SIG (Sistema de Informação Geográfica), referentes aos mapas Geomorfológico, Concentração do Escoamento Superficial e Cobertura e Uso da Terra; também de trabalhos laboratoriais na obtenção da granulometria do solo; e de campo na verificação dos mapeamentos e instalação dos barramentos em duas propriedades da APA do Timburi.

Os mapas Geomorfológico e de Cobertura e Uso da Terra foram apresentados e analisados por Moreira et al. (2020), os quais demonstraram as formas de relevo predominantes, a localização das principais erosões e a relação destas com as vertentes côncavas, indicando a influência do escoamento superficial no desenvolvimento dos processos erosivos, além da expansão da pecuária em detrimento das áreas vegetadas, podendo ainda, relacionar a degradação da vegetação com a localização das erosões.

Tais informações foram relacionadas com o da concentração do escoamento superficial, permitindo avaliar as áreas de maior fluxo com as características do relevo e a ocorrência de erosões lineares.

Para tal identificação da concentração do fluxo do escoamento superficial pluvial, seguindo o método de *fluxo múltiplo (multiple flow)*, realizou-se o mapeamento de *Transferência de Fluxo Distribuída* ou *Fluxo Distribuído*, o qual permite calcular áreas contribuintes de fluxos superficiais a montante de uma área, tendo o fator declividade como principal parâmetro dos cálculos, por ser este, a principal variável-controle na determinação das zonas de saturação (RAMOS *et. al.*, 2003 *apud* FONTES, 2009).

Tendo em vista que a base cartográfica utilizada nessa pesquisa apresenta as alterações antrópicas do relevo provocadas pelo processo de urbanização, o resultado ratificou as considerações de Fontes (2009) e Moraes et. al (2014), mostrando-se de grande valia para a realização dos objetivos.

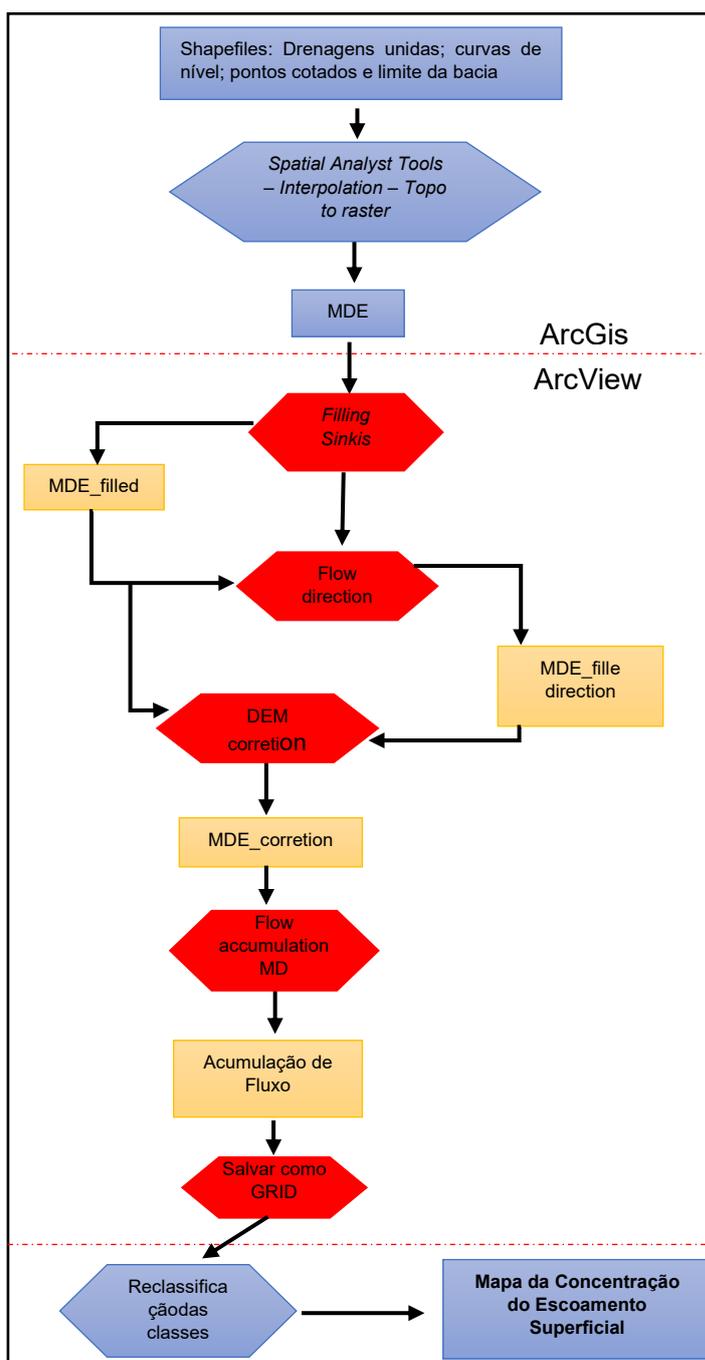
O procedimento metodológico (FIGURA 2) baseia-se numa matriz gerada a partir da base cartográfica, a qual é inserida no *software* ArcGis para gerar o Modelo Digital do Terreno (MDT) pela ferramenta *Topo to Raster – Spatial Analyst*, tendo como base as curvas de nível, drenagens e os pontos cotados. A fim de avaliar os desvios do escoamento superficial gerados pela ação antrópica, originados pelos arrumamentos, criou-se um



arquivo (*shapefile*) combinando as drenagens fluviais, com as pluviais e as formadas pela concentração dos arruamentos.

As feições (formato linha) deste novo arquivo devem apresentar a orientação do fluxo das drenagens, ou seja, os inícios das drenagens devem coincidir com o início de desenho das feições, assim como o seu fim deve representar o exutório das drenagens.

Figura 2 - Fluxograma do processamento da carta de concentração do escoamento superficial





Cabe ressaltar que foram efetuados diversos testes na realização do MDE, como apresentado por Moraes et. al (2014) e que, diante da escala da base cartográfica e dos resultados obtidos, o MDE gerado com células 15x15m, ou seja, cada *pixel* equivalente a 225m² no terreno, mostrou-se satisfatório, apresentando clareza dos dados.

Após a geração do MDE, esse é adicionado no programa Arc View para modelar os fluxos de escoamento (Flow), por meio da ferramenta *Hidrotools*. Durante a interpolação dos dados, há a opção de três tipos de fluxos: D8 - Fluxo Simples (*single flow*), MD - Fluxo Múltiplo (*multiple flow*) e MDD8 – Fluxo Combinado.

Entre os processamentos utilizado de o fluxo múltiplo (MD) e combinado (MDD8), o primeiro apresentou melhor resultado pois, “calcula a área de contribuição considerando a distribuição proporcional do escoamento do fluxo entre todas as células a jusante de uma célula central” (FONTES, 2009, p. 150), tendo em vista, que o escoamento tende a seguir diferentes direções, condizente com os resultados apontados por Fontes (2009) e Moraes (2014) e Thomazini (2018)

O material gerado foi novamente salvo no formato *GRID* e exportado para o *software* ArcGIS 9.2, necessitando a reclassificação da distribuição dos *pixels*. Com o intuito de melhor representar o escoamento superficial e conhecendo as características da área, foram realizados diversos testes reclassificando os valores obtidos.

O escoamento superficial foi definido entre o intervalo de 25m² a >2.500m² (TABELA 1), onde os *pixels* mais claros recebem menor contribuição de montante em relação aos mais escuros. Considerando que cada *pixel* possui 225m², este receberá a contribuição do escoamento superficial referente a tonalidade do *pixel*. Do mesmo modo, quanto mais claro for o *pixel*, menor será a área à sua montante que interfere no seu escoamento; em contrapartida, quanto mais escuro, maior será a contribuição, ou seja, um *pixel* (225m²) da tonalidade mais escura, recebe o escoamento de mais de 200 mil m² ou 0,2 Km² de escoamento concentrado a montante.

Tabela 1 - Distribuição do intervalo da concentração do escoamento superficial

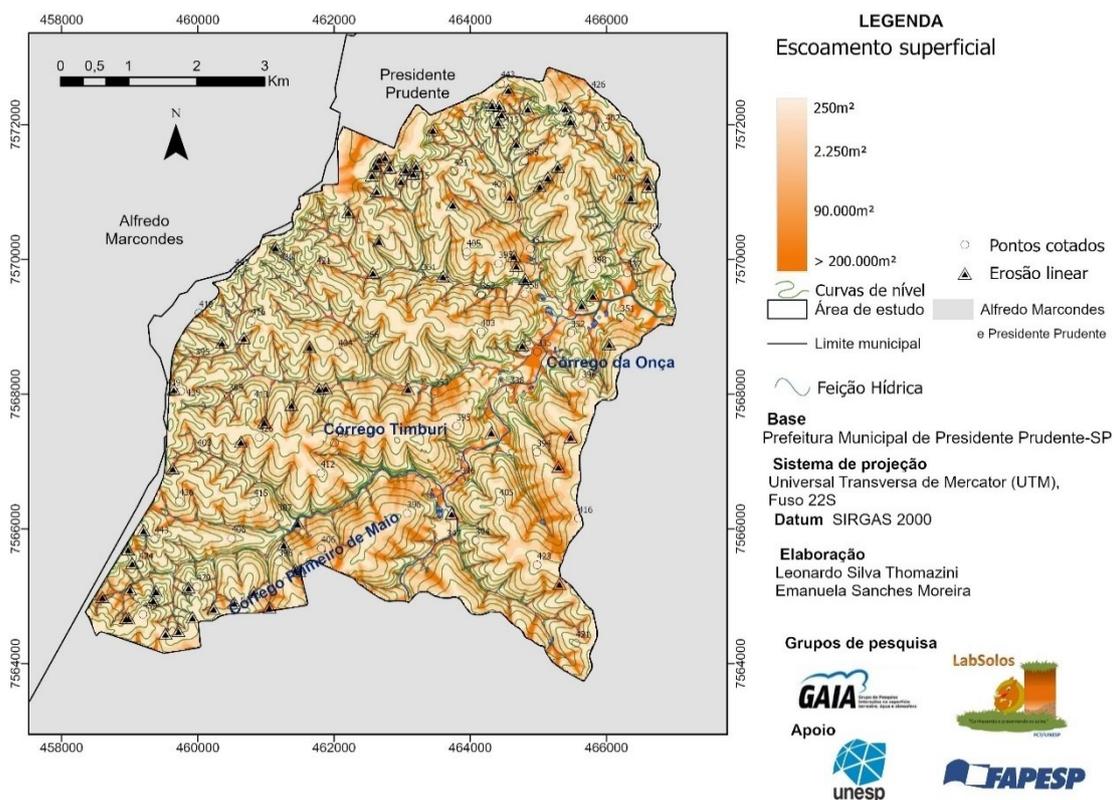
INTERVALO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	TONALIDADES DOS PIXELS
225m ²	
2.250m ²	
90.000m ²	
>200.000m ²	

Fonte: Carta da concentração do escoamento superficial

Assim, os resultados gerados contribuíram para a compreensão do comportamento do escoamento superficial na bacia, bem como do volume de escoamento superficial nas áreas de maior concentração, enriquecendo a análise do potencial erosivo, necessária para a realização dos objetivos propostos (FIGURA 3).

Figura 3 – Mapa do fluxo de concentração de escoamento superficial da Área de Proteção Ambiental e Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente, SP

MAPA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE USO SUSTENTÁVEL NO TIMBURI, PRESIDENTE PRUDENTE-SP





Para a extração e coleta das amostras de solo seguiu as orientações de Santos et.al. (2005) e a análise granulométrica pautou-se nas orientações de Camargo et. al. (2009), que visam a “determinação da distribuição percentual das partículas primárias do solo”, sob o princípio da “desagregação mecânica da amostra, dispersão e avaliação da proporção relativa das partículas primárias por sedimentação em meio aquoso” e na técnica de pipetagem (CAMARGO et al., 2009, p. 14).

Os procedimentos para obtenção da granulometria consistem na secagem das mostras, para o destorreamento e separação de $\frac{1}{4}$ do total. Em seguida, é feita a pesagem de 10g, armazenado em frasco, no qual é adicionado uma solução de hexametáfosfato de sódio $(\text{NaPO}_3)_6$ e hidróxido de sódio (NaOH) e, em seguida, transferidos para a mesa agitadora por 16h; este processo é responsável por desagregar as partículas, possibilitando a separação de cada fração granulométrica.

Para a separação das frações granulométricas, o conteúdo do frasco é despejado em uma peneira de malha ANBT 270 dentro de um funil, permitindo a passagem do silte e argila para uma proveta de 500ml e retendo a fração areia, a qual é coletada e colocada em um béquer devidamente identificado.

De acordo com a temperatura dos materiais da proveta é definido o tempo de agitação. Dado o tempo, segue a coleta da fração argila por meia da pipetagem e armazenada em béquer de 10ml. Em seguida, ambos os béqueres, de areia e argila, são colocados na estufa a 105°C , para a completa desidratação dos materiais.

Após 24h em estufa, os béqueres são colocados em dessecadoras, até atingirem a temperatura ambiente, para em seguida serem pesados, obtendo a quantidade de areia total e argila (g.kg⁻¹) e suas participações percentuais. O material identificado como areia total é peneirado em malha ABNT 70 para a identificação do porcentual de areia fina, à qual é pesada separadamente.

Conhecida a participação de areia (grossa e fina) e de argila, o valor de silte é obtido pela diferenciação do porcentual faltante para completar o total da participação na amostra de solo.

Em relação as técnicas de bioengenharia, são alternativas viáveis para recuperação de áreas degradadas com erosões lineares diante da simplicidade na elaboração e por visarem estabilizar margens e encostas (MARTINS, 2013), possibilitando, também, um aumento da proteção da superfície degradada. Ecologicamente, propicia melhores



condições para o desenvolvimento de coberturas vegetais, melhorando os regimes hídricos do solo, o aumento da matéria orgânica, a estrutura do solo, bem como criando habitats para espécies da fauna e da flora, pois utiliza materiais biodegradáveis (SANTANA 2011).

No aspecto econômico, reduzem custos de construção e manutenção de obras de contenção onerosas, e fazem com que as áreas voltem a ser produtivas do ponto de vista ecológico. No plano estético, as estruturas mecânicas e edáficas montadas, interagem com a paisagem, auxiliando na restauração e conservação de encostas e margens de cursos e corpos d'água.

O princípio de ação das estruturas mecânicas de contenção é reter, regular ou controlar o movimento da enxurrada, diminuindo a velocidade do escoamento e o carreamento de sedimentos, através da construção de paliçadas e sacos de rafia, com o intuito de criar barreiras físicas para o escoamento superficial, visando o aumento a infiltração, o estabelecimento da cobertura vegetal e, conseqüentemente, a estabilização dos processos erosivos. Deste modo, são eficazes em processos erosivos lineares de pequeno e médio porte. (BERTONI, LOMBARDI NETO, 1999; CAPECHE, 2008; TEIXEIRA, GUIMARÃES, 2012).

O principal material utilizado é a paliçada de bambu, por ser de baixo custo, ter disponibilidade de acesso e facilidade na construção e manutenção das barreiras de contenção, apresentando resultados satisfatórios (BARBOSA, 2009, 2012; SANTANA, 2011; EMBRAPA, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução das erosões está atrelada as características físicas da área, com solos predominantemente arenosos, vertentes côncavas em anfiteatro, as quais propiciam a concentração do escoamento superficial, somadas ao uso da terra pela pecuária, sem controle da mata ciliar. Tal relação ente os sistemas físicos e econômicos alteram a relação de equilíbrio do sistema, imputando ao escoamento superficial elevado poder abrasivo, responsáveis pelo desenvolvimento inicial das erosões lineares, as quais se evoluem para ravinas e voçorocas.

As áreas de maior abrangência da concentração do escoamento superficial estão localizadas no setor leste – sudeste da APA, onde o relevo encontra-se menos dissecado.



Nas outras áreas da bacia, onde também se encontram as propriedades estudadas, o relevo apresenta-se mais dissecado, propiciando a difusão do escoamento superficial nos topos e a sua concentração nas vertentes côncavas e nos vales encaixados. Fatores estes que indicam forte ação abrasiva do escoamento superficial nas vertentes em forma de anfiteatro, onde se desenvolvem as ravinas e voçorocas (FIGURA 3).

A contenção da energia do escoamento por meio dos barramentos de bambu e, conseqüentemente, do material transportado pelo mesmo, demonstrou eficácia na contenção da evolução das erosões em ambas as propriedades, tanto pela diminuição do solapamento das encostas como pelo aumento da vegetação da área.

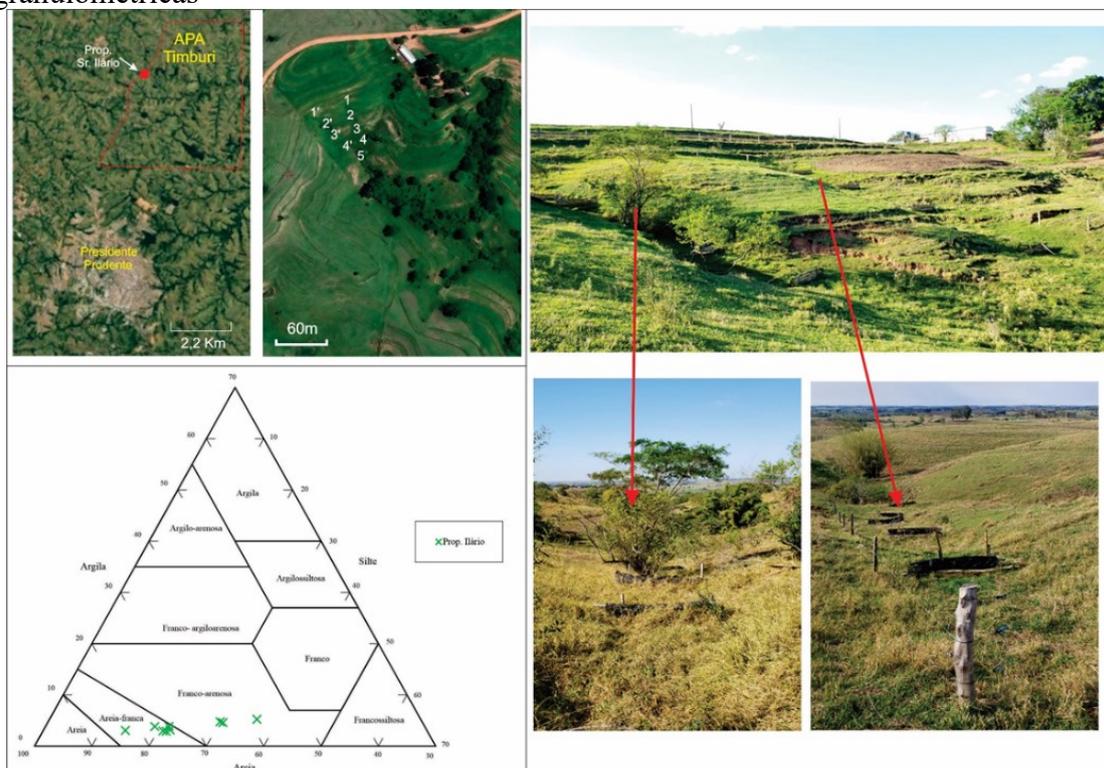
Na propriedade do sr. Ilário, onde a área estudada foi cercada e o gado impedido de pastar, houve maior crescimento da gramínea e, conseqüentemente, da estabilidade das vertentes, fato este observado pela diminuição dos materiais transportados retidos nos barramentos, ou seja, à medida que a vegetação foi se desenvolvendo notou-se uma diminuição dos sedimentos carregados pelo escoamento superficial.

As características granulométricas das camadas superficiais do solo predominam a fração areia, seguida do silte e, por último a argila (GRÁFICO 1), classificando-as como areia franca e franco arenosa (FIGURA 4), indicando uma estrutura pouco coesa e de grande suscetibilidade a ação do *splash*, aspectos que favorecem o desenvolvimento dos processos erosivos lineares.

Gráfico 1 – Distribuição textural da camada superficial do solo da propriedade do Sr. Ilário

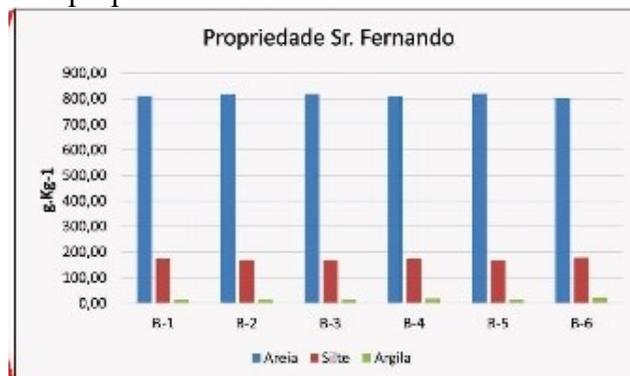


Figura 4 – Localização dos barramentos (propriedade do Sr. Ilário) e as características granulométricas



Características semelhantes da propriedade do Sr. Ilário foram encontradas na propriedade do Sr. Fernando, com textura predominantemente arenosa (GRÁFICO 2), suscetível a ação do *splash* e ao transporte dos sedimentos pelo escoamento superficial

Gráfico 2 – Distribuição textural da camada superficial do solo da propriedade do Sr. Fernando

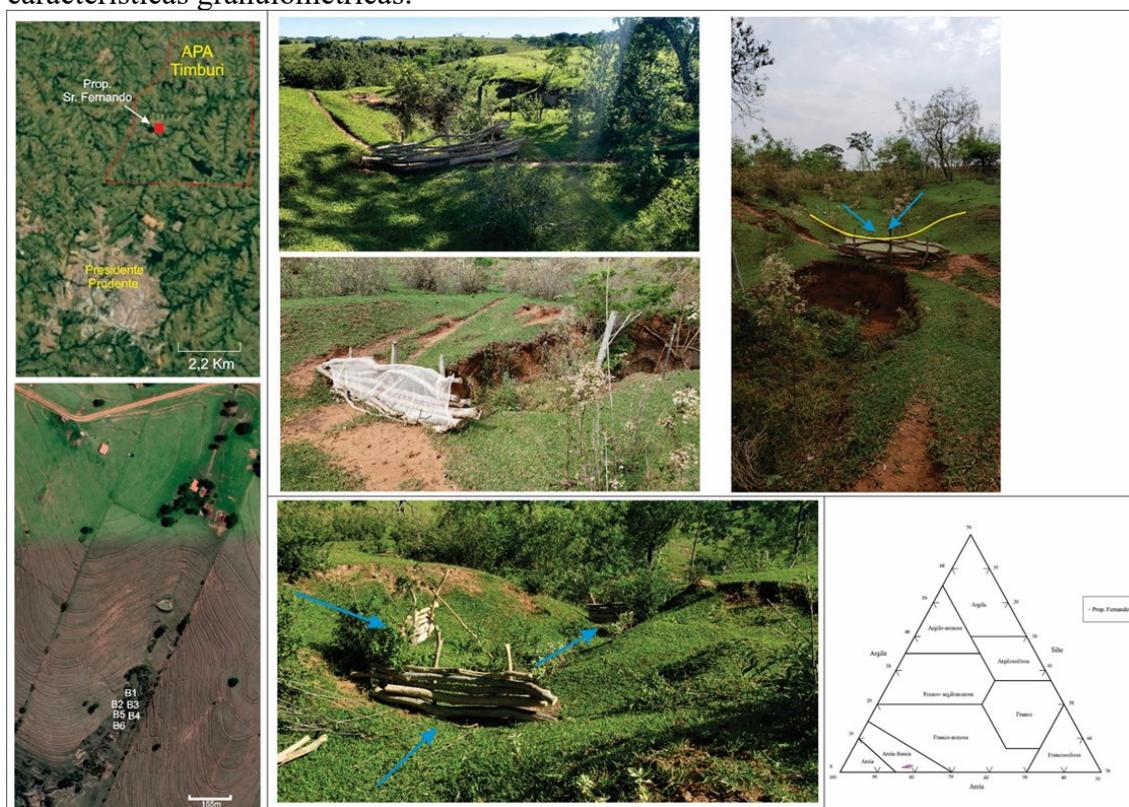




Em ambas as propriedades, as erosões se desenvolveram em áreas de anfiteatro, com vertentes côncavas e longas rampas do topo ao talvegue, característica da APA do Timburi, como apresentado por Moreira et al. (2020) favorecendo a concentração do escoamento superficial e o transporte dos sedimentos.

Contudo, nesta segunda propriedade, foi observada maior quantidade de sedimentos retidos pelos barramentos (FIGURA 5) após eventos chuvosos, isto porque a área não foi cercada pelo proprietário e o gado continuava a pastar pelas cercanias das barramentos, dificultando o crescimento da gramínea, compactando o solo.

Figura 5 – Localização dos barramentos (propriedade do Sr. Fernando) e as características granulométricas.



A atividade de pecuária tem crescido ao longo dos anos na região da APA do Timburi, contribuindo para a evolução erosiva, tanto pelo desmatamento para abrir novos espaços para a pastagem como o pisoteio do gado, responsável pela compactação do solo, contribuindo para a formação dos sulcos e das erosões laminares, como apresetntado por Moreira et al. (2020).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise dos materiais cartográficos e das características granulométricas das camadas superficiais do solo, foi possível identificar a efetividade do uso da técnica de bioengenharia na APA do Timburi, sendo um importante instrumento a ser utilizado e difundido na área, a qual tem sofrido com a evolução dos processos denudativos do relevo.

Cabe ressaltar que na área onde o gado foi retirado, o processo de revitalização foi mais rápido, permitindo o desenvolvimento da gramínea e de arbustos, contribuindo na estabilidade das vertentes e na diminuição dos sedimentos transportados pelo escoamento superficial. Na propriedade onde o gado continuou tendo acesso, foram identificadas maiores quantidades de sedimentos retidos pelos barramentos e menor evolução da vegetação, demonstrando a importância das ações antrópicas na evolução da dinâmica erosiva.

Assim, as técnicas de bioengenharia se mostram oportunas no auxílio à gestão do território, tanto pela simplicidade de instalação como pelo baixo custo, sendo uma alternativa viável ao proprietário na manutenção e conservação da sua propriedade.

Contudo, muitos são os desafios de conscientização por parte dos proprietários rurais, sendo um caminho a ser percorrido pela comunidade científica, aproximando os saberes acadêmicos com as necessidades econômicas dos proprietários, pensando na capacidade de suporte dos ambientes naturais e com isso, alcançando uma gestão ambiental adequada à realidade de cada ambiente.



REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A.C. Bioengenharia utilizando bambus em faixas para o controle de processos erosivos: uma análise qualitativa. **Polibotânica**, México, n. 33, 2012. Disponível em <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682012000100014&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 30 julho 2015.
- BARBOSA, A.C. **Contenção de Processos Erosivos Resultantes de Acidente Ambiental na Serra da Mantiqueira, SP**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 31 mar 2009
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. ed. 4. Paulo: Ícone, 1999.
- CAMARGO, O. A. de; et al. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Boletim Técnico 106. Campinas. 2009
- CAPECHE, L. C. et al. Degradação do solo e da água: impactos da erosão e estratégias de controle. In: TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena [et al]. **Curso de recuperação de áreas degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicações de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p.105-132.
- CARVALHO, P. F; MENDES, I. A; ARRUDA, E; SIQUEIRA, M. C. Contribuição da Análise Geomorfológica para o Planejamento Urbano. In: CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. (Org.). **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**, LPM, Deplan – IGCE – Unesp: Rio Claro, 2001. p. 55-65
- EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Forma de controle da erosão linear**. 2008 Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br> Acesso em: 15 de jan. de 2009.
- GARES, P. A., SHERMAN, D. J., NORDSTROM, K. F., Geomorphology and natural hazards, **Elsevier**, 1994, Pages 1-18,
- GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006
- GUERRA, A.J.T.; JORGE, M. do C.O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geológico do Estado de São Paulo**: 1:500.000. São Paulo: IPT, vol. I, 1981, p.46-8; 69 (Publicação IPT 1184).
- JORGE, M do C. O.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos solos e movimentos de massa – recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de



acidentes. In: GUERRA, A. J. T; JORGE, M do C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 7-67

MARTINS, S.V. **Recuperação de áreas degradadas**: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013.

MOREIRA, E. S. et al. Análise da ocorrência de feições erosivas lineares na Área de Proteção Ambiental (APA) do Timburi. **Geografia**, Rio Claro, v. 45, n. 1, p. 56 163-184, jan./jun. 2020

PRESIDENTE PRUDENTE. **Lei Complementar nº 235, de 13 de março de 2019**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Timburi, e dá outras providências. Leis e Decretos Municipais, Presidente Prudente, 2019.

RENSCHLER, C. S.; HARBOR; J. Soil erosion assessment tools from point to regional scales - the role of geomorphologists in land management research and implementation. **Geomorphology**, n. 47, p. 189-209, 2002

ROSS, J. L. S.; Análise na Abordagem Geográfica Integrada da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.9, p.65-75, 1995

SANTANA, C.J. **Técnicas de bioengenharia aplicadas às áreas de preservação permanente urbanas** – Presidente Prudente, São Paulo. 2011. 100 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 5 dez 2011.

SANTOS, R. D. dos; et al. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5ª ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

TEIXEIRA, N. C.; GUIMARÃES, C. D. C. **Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil**. UFSJ – MG, 28 out. 2012. 14 p. Disponível em: http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS_DE_CONTENCAO.pdf. Acesso em: 29 julho 2014.

ZANZARINI, R.M.; ROSOLEN, V. Mata ciliar e nascente no Cerrado brasileiro: análise e recuperação ambiental. In: **ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA (EGAL)**. 12. 2009. Montevideu, Uruguai. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/72.pdf>> Acesso em: 10 de abril de 2015.