

ASPECTOS FÍSICOS E SOCIOECONÔMICOS COMO AUXÍLIO À ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA DO CÓRREGO MANDACARU, MARINGÁ (PR)

PHYSICAL AND SOCIOECONOMIC ASPECTS AS HELP TO THE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL FRAGILITY IN THE MANDACARU BASIN STREAM, MARINGÁ (PR)

Carlos Henrique da Graça

Geógrafo. Mestrando em Análise Ambiental pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Bolsista CNPq.

Hélio Silveira

Geógrafo. Doutor em Geociências e Meio Ambiente. Professor Adjunto da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

RESUMO: Os estudos que tratam das questões ambientais são de fundamental importância na recuperação e no planejamento de áreas com ambientes naturais, bem como para o desenvolvimento urbano sem causar degradação ambiental. Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo o levantamento e análise das características do meio físico e socioeconômico, visando determinar as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis, assim como as classes de fragilidade ambiental da bacia do córrego Mandacaru, Maringá - PR. A área de estudo localiza-se entre os paralelos de 23°21'08,29" a 23°25'45,95" de latitude Sul, e os meridianos de 51° 55'15,59" a 51°57'49,57" de longitude Oeste, com aproximadamente 16,2 km². Primeiramente, utilizou-se do método proposto por Simielli (1999) que adota três níveis de pesquisa por meio cartográfico: localização e análise, correlação e síntese. Após análise e correlação dos atributos do meio físico e socioeconômico, foram estabelecidas as variáveis de acordo com o grau de comprometimento seguindo os critérios propostos por Ross (1990; 1994), por meio dos quais se obteve as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis e as classes de fragilidade ambiental: Muito Fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte. Pode-se concluir que a maior porção da bacia foi classificada com fragilidade ambiental Média. Entretanto, essa classificação mais amena não quer dizer que esses locais estejam próximos ao equilíbrio dos ambientes naturais.

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental, Unidades Ecodinâmicas, bacia do córrego Mandacaru.

ABSTRACT: The studies that deal with the environmental issues are of fundamental importance in the recovering and planning of areas with natural environments and in urban development without causing environmental degradation. In this way, this study aims to survey and analyze the characteristics of the physical and socio-economic elements to determine the Unstable and Stable Ecodynamic Units as well as the classes of environmental fragility of the Mandacaru stream basin, Maringá, PR. The study area is located between the parallels 23°21'08,29" to 23°25'45,95" of South latitude and the meridian of 51° 55'15,59" a 51°57'49,57" West longitude, with approximately 16.2 km². First, we used the method proposed by Simielli (1999) that adopts three levels of research through mapping, location and analysis and correlation and synthesis. After analysis and correlation of the attributes of the physical and socio-economic elements, we established the variables according to the degree of impairment based on the criteria proposed by Ross (1990, 1994) which ones obtained the Unstable and Stable Ecodynamic Units and classes of environmental fragility: Very Low, Low, Medium, Strong and Very Strong. We concluded that the major portion of the basin was classified as Media environmental fragility. However, this mild classification does not mean that those locations are near the equilibrium of the natural environments.

Keywords: Environmental Fragility, Ecodynamic Units, Mandacaru basin stream.

INTRODUÇÃO

As mudanças ambientais têm se intensificado gradativamente ao longo dos anos, tais problemas podem ser explicados pela intensiva exploração dos recursos naturais que serviram de base para o desenvolvimento das cidades por meio do aumento

populacional e da necessidade de uma maior produção agrícola. Como consequência dessas mudanças, os ambientes naturais se tornam mais frágeis e susceptíveis aos processos de degradação de seus componentes frente à expansão urbana, principalmente o solo, os recursos hídricos e a vegetação.

Assim, a questão ambiental é antes de tudo uma questão social, pois é no ambiente natural que os seres vivos surgiram e se desenvolvem e é nesse ambiente que o homem, como ser ativo, organiza-se socialmente (ROSS, 2000).

Segundo Silva & Werle (2007):

[...] os processos de ocupação e expansão dos territórios urbanos e rurais devem se constituir a partir da utilização controlada dos recursos naturais, pois esta é uma premissa básica para todo projeto de desenvolvimento equilibrado. Para tanto, o cidadão deve assumir seu papel na sociedade partindo-se de uma política de inclusão social e conscientização ambiental incentivada e implantada não só pelo Poder Público, mas por todos os segmentos e classes que compõem a sociedade.

Estas formas de utilização desordenada, sem preocupação com a conservação dos ambientes naturais, trazem consigo sérios problemas às cidades e principalmente aos rios e córregos. Eles sofrem com erosões, assoreamento e diminuição do seu leito, desaparecimento das nascentes, falta de mata ciliar, acúmulo de lixos, despejo de galerias pluviais, esgotamento sanitário e sucessiva perda da fauna terrestre e aquática.

Sendo assim, manejos mais conservacionistas nessas áreas próximas aos rios e córregos são de grande importância para a manutenção e a revitalização dos recursos naturais a fim de que não causem desequilíbrios tanto sociais quanto ambientais (BRAGAGNOLO, 1994).

Segundo Ross (2000):

[...] não é preciso muito esforço para perceber que as ações elaboradas pelo homem no ambiente deveriam ser precedidas por um minucioso entendimento desse ambientes e das leis que regem o funcionamento, e para isso é necessário elaborar diagnósticos ambientais adequados. Tal "radiografia ecológica" deve fornecer diretrizes que permitam imprimir modificações que minimizem os efeitos negativos através de medidas técnicas preventivas e ou corretivas, o que não significa que o ambiente, com isso, seja preservado.

Desse modo, Spörl & Ross (2004), colocam que:

[...] a grande contribuição dos modelos de fragilidade ambiental é proporcionar uma maior agilidade no processo de tomada de decisões, servindo de subsídio para a gestão territorial de maneira planejada e sustentável, ajudando a evitar os problemas de ocupação desordenada.

Os modelos de fragilidade ambiental colaboram também para redefinir as unidades ecodinâmicas estáveis e instáveis, segundo classes de fragilidade emergente e

potencial, devido às suas características naturais e à possível inserção antrópica que pode ser um fator maior integrado nas modificações ocorridas no ambiente natural (ROSS, 1994; 2000).

Nesse sentido, o estudo da bacia do córrego Mandacaru teve como objetivo o levantamento e análise das características do meio físico e sócio-econômico, visando determinar as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis, assim como as classes de fragilidade ambiental.

Localização da área de estudo

A bacia do córrego Mandacaru está situada na área central do município de Maringá-PR, localizada entre os paralelos de $23^{\circ}21'08,29''$ a $23^{\circ}25'45,95''$ de latitude Sul, e os meridianos de $51^{\circ}55'15,59''$ a $51^{\circ}57'49,57''$ de longitude Oeste, Norte do Estado do Paraná, que corresponde ao Terceiro Planalto Paranaense de acordo com Maack (1968), abrangendo uma área aproximada de $16,2 \text{ Km}^2$ (figura 1).

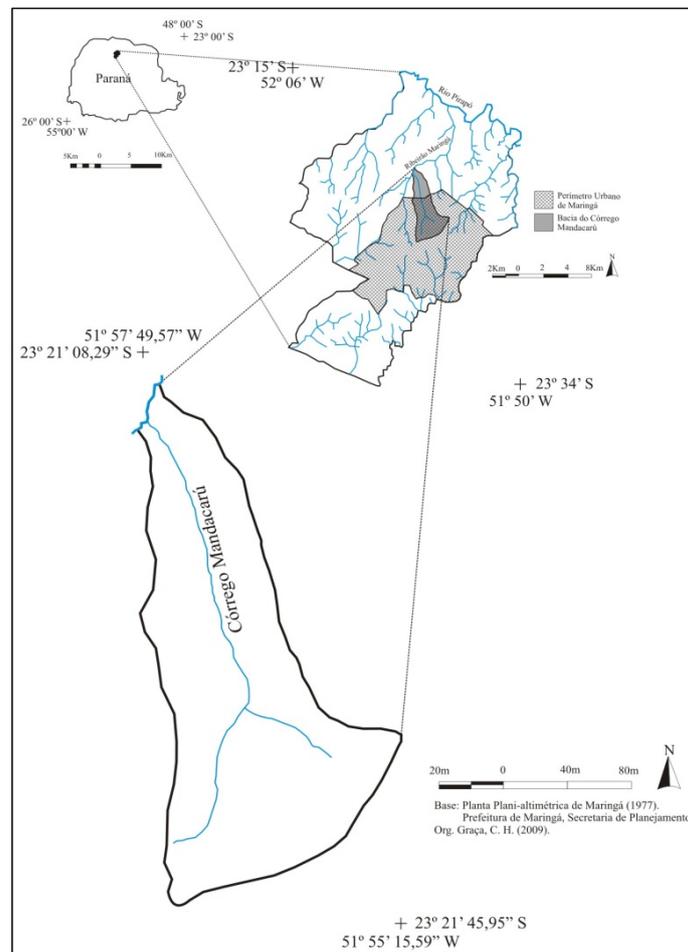


Figura 1 - Localização da bacia do córrego Mandacaru.

Aspectos históricos e socioeconômicos

Maringá teve sua origem de forma planejada, em 1942, pela empreendedora Companhia Melhoramentos Norte do Paraná,

[...] que adotou uma política de estímulos a migrante das mais variadas profissões e foi à maior responsável pelo desenvolvimento do Norte do Paraná. Porém, juridicamente, Maringá nasceu somente em 10 de maio de 1947, logo após a demarcação da estrada de ferro. Foi inicialmente distrito do município de Mandaguari, sendo emancipada apenas em 1951 (MACHADO & MENDES, 2003).

Segundo Moro (2003):

[...] seu desenvolvimento urbano seguiu um moderno plano urbanístico, projetado pelo arquiteto e urbanista Jorge Macedo de Vieira em 1947, que se identificava com as diretrizes das “Cidades Jardins” e “Carta de Atenas”. Assim, levaram em consideração as características topográficas para o traçado das ruas e avenidas. Outra preocupação foi em manter áreas verdes de vegetação nativa para servirem como o pulmão da cidade, ajudando na qualidade de vida de seus moradores.

O desenvolvimento sócio-econômico de Maringá foi estimulado pela cafeicultura que estava no seu auge entre as décadas de 1950 e 1970 na região Norte/Noroeste do Estado do Paraná. “O café foi o principal motivo para ocupação e valorização das terras da micro-região de Maringá, que era coberta por floresta densa” (MORO, 1988).

Moro (1980) considera que:

[...] as mudanças técnicas agrícolas ocorridas, diante do acelerado processo de substituição das culturas, desencadearam uma série de transformações na estrutura agrária e, conseqüentemente, nos aspectos socioeconômicos da organização do espaço rural, o que refletiu gradativamente na região de Maringá.

“Por muitos anos a cafeicultura foi a base econômica mais importante do município que aos poucos foi sendo substituída pelas lavouras temporárias e mecanizada como: a soja, o milho, o trigo, dentre outras” (RIGON, 2005).

Com o crescimento da cidade, as bases econômicas não poderiam se restringir apenas à agricultura. Segundo Machado & Mendes (2003), “atualmente Maringá apresenta um imenso potencial para a produção industrial e prestação de serviços, gerando oportunidades de empregos para profissionais das mais variadas áreas e setores da economia.”

Por fim, todo esse processo de diferenciação das bases socioeconômicas da cidade trouxe consigo a necessidade de expandir seu perímetro urbano, o que gerou a diminuição de áreas plantadas e aumento da especulação imobiliária.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente trabalho, serviu como base a bacia do córrego Mandacaru, onde se buscou informações sobre atributos do meio físico e sócio-econômico. Nas bacias hidrográficas, podem ocorrer mudanças ocasionadas por causas naturais ou antrópicas, porém o homem participa como um agente acelerador dos processos modificadores dessas paisagens. Considerando a diversidade de fatores que integram os sistemas ambientais físicos, utiliza-se a bacia hidrográfica como unidade espacial de análises por ser integradora dos setores naturais e sociais (GUERRA & CUNHA, 2003).

Assim, o método adotado se baseia no levantamento e correlação desses fatores naturais e socioeconômicos da bacia do córrego Mandacaru, visando detectar os locais com maior fragilidade ambiental.

Para chegar à análise da fragilidade ambiental, utilizou-se, primeiramente, a metodologia proposta por Simielli (1999) que adota três níveis de pesquisa por meio cartográfico.

A “localização e análise”: cartas de análise, distribuição ou repartição, que analisam o fenômeno isoladamente.

A “correlação”: permite a combinação de duas ou mais cartas de análise.

A “síntese”: mostra a relação entre várias cartas de análise, apresentando uma carta síntese.

Por meio da elaboração, análise e correlação das cartas temáticas de hipsometria, declividade, classes de relevo, tipos de solo, uso da terra/cobertura vegetal e dos dados pluviométricos, foi possível atingir os dois primeiros níveis proposto por Simielli (1999).

No entanto, para obter o terceiro nível sugerido pela autora, foi utilizado o método proposto por Ross (1994) de fragilidade dos ambientes naturais com apoio nas classes de declividade. Nesse método, são estabelecidas classes para hierarquização das variáveis, declividade, solos, uso da terra /cobertura vegetal e pluviosidade.

Para cada uma das variáveis, atribuiu-se valores ou pesos de acordo com suas características físicas, ou seja, valores de 1 a 5, de modo que o dígito 1 seria categoria hierárquica muito fraca e o dígito 5, muito forte. Dessa maneira, com a combinação dos dígitos, classificou-se a fragilidade dos ambientes naturais. Com a combinação numérica, podem-se apontar também as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis.

Logo, o 1º dígito da seqüência numérica que é atribuído às classes de declividade ordenará cada classe de fragilidade ambiental. Para estabelecer as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis e dos Índices Crescentes de Potencial de Instabilidade e Instabilidade Emergente, atribui-se o 3º dígito que se refere ao uso da terra/cobertura vegetal (ROSS, 1990; 1994).

Deste modo, para chegar à síntese que correlacione todas as variáveis apontadas no presente trabalho, utilizou-se da metodologia proposta por Ross (1994), chegando a 5 classes de fragilidade ambiental: Muito Fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte (**quadro 1**).

Classes de Fragilidade Ambiental	Classes de Declividade (1º dígito)	Tipos de Solos (2º dígito)	Uso da Terra / Vegetação (3º dígito)	Pluviosidade (4º dígito)
1 – Muito Fraca	0 – 2%		Floresta e Mata	Distribuição regular ao longo do ano com volumes anuais entre 1000 mm a 2000 mm/a.
2 – Fraca	2 – 5%	Latossolo Vermelho textura argilosa e Nitossolo Vermelho textura argilosa		
3 – Média	5 - 10%		Pastagens cultivadas	
4 – Forte	10 – 20%	Gleissolos textura argilosa	Áreas agrícolas	
5 – Muito Forte	20 – 30%		Área urbana	

Quadro 1 - Atributos do meio físico e uso da terra analisados para obter as Classes de Fragilidade Ambiental.

Os dados médios mensais de precipitação pluviométrica e temperatura do ar foram adquiridos junto a Estação Climatológica Principal de Maringá para o período de 1979 a 2008. De posse dos dados, utilizou-se o *software Excel 2007* para tabular e aplicar os modelos estatísticos básicos como a média e elaboração do gráfico ombro-térmico.

Para a elaboração da carta temática de uso da terra/cobertura vegetal, foram utilizadas imagens de satélite (julho de 2005) adquiridas por meio do *software Google Earth*. A carta base de Maringá (cartas plani-altimétricas de Maringá) foi obtida na escala 1:2000 com a equidistância entre as curvas de nível de 1 metro, adquiridas em arquivo no formato

TIF, elaborada pela Prefeitura Municipal de Maringá. Essas cartas plani-altimétricas foram digitalizadas utilizando o *software Corel Draw X4*, mantendo a base e escala.

Posteriormente, foram elaboradas as cartas temáticas de classes de declividade, hipsometria, tipos de solo, uso da terra/cobertura vegetal e classes de relevo, utilizando o *software Global Mapper 11*. De posse dessas cartas, foi possível elaborar a carta síntese que apresenta as classes de fragilidade ambiental da bacia, bem como as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A bacia do córrego Mandacaru encontra-se, em sua maior parte, dentro perímetro urbano da cidade de Maringá, apresentando um curso d'água perene. De acordo com classificação de Strahler (1964), a bacia apresenta a segunda ordem de ramificação, ou seja, quando ocorrem rios ou córregos como afluentes (**figura 2**).

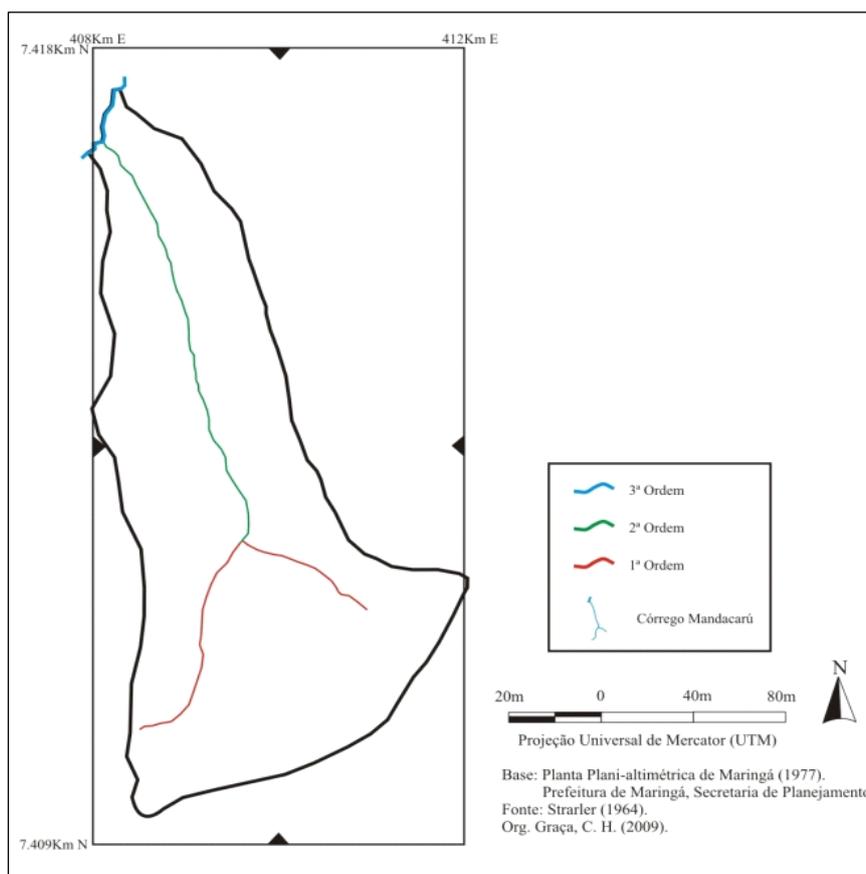


Figura 2 - Rede de drenagem da bacia do córrego Mandacaru.

O córrego Mandacaru apresenta uma variação altimétrica de aproximadamente 150 metros de desnível, em uma extensão de 7,3 km, ou seja, uma gradiente de 2%. As altitudes dentro da bacia variaram de 425 a 565m acima do nível do mar, com uma altitude média de 495m (**figura 3**).

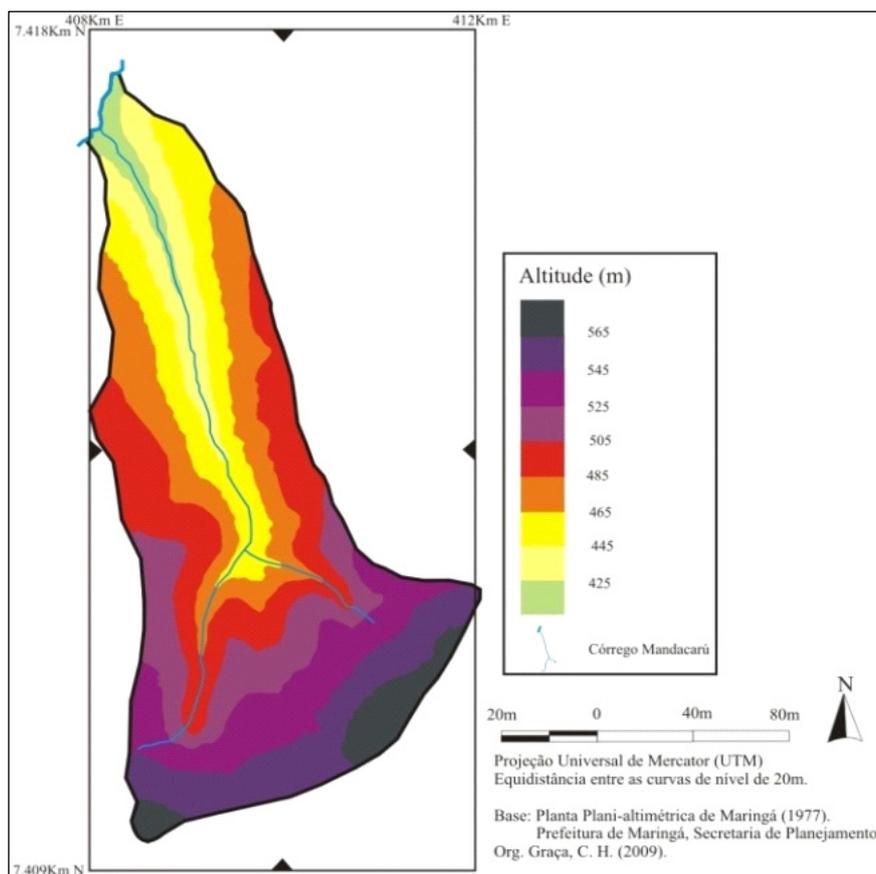


Figura 3 - Hipsometria da bacia do córrego Mandacaru.

Geologicamente, a bacia do córrego Mandacaru está sobre a Formação Serra Geral, que é constituída por rochas eruptivas básicas, como o basalto (MINEROPAR, 2009).

Predomina no interior da bacia, as classes de relevo suave ondulado e ondulado (**figura 4**), onde as altitudes estão compreendidas entre 400 e 600 metros. Segundo Fortes & Oliveira (2007), “a característica mais marcante do relevo da região de Maringá está representada pela monotonia de suas formas, com vertentes extensas, convexas e de baixa declividade”.

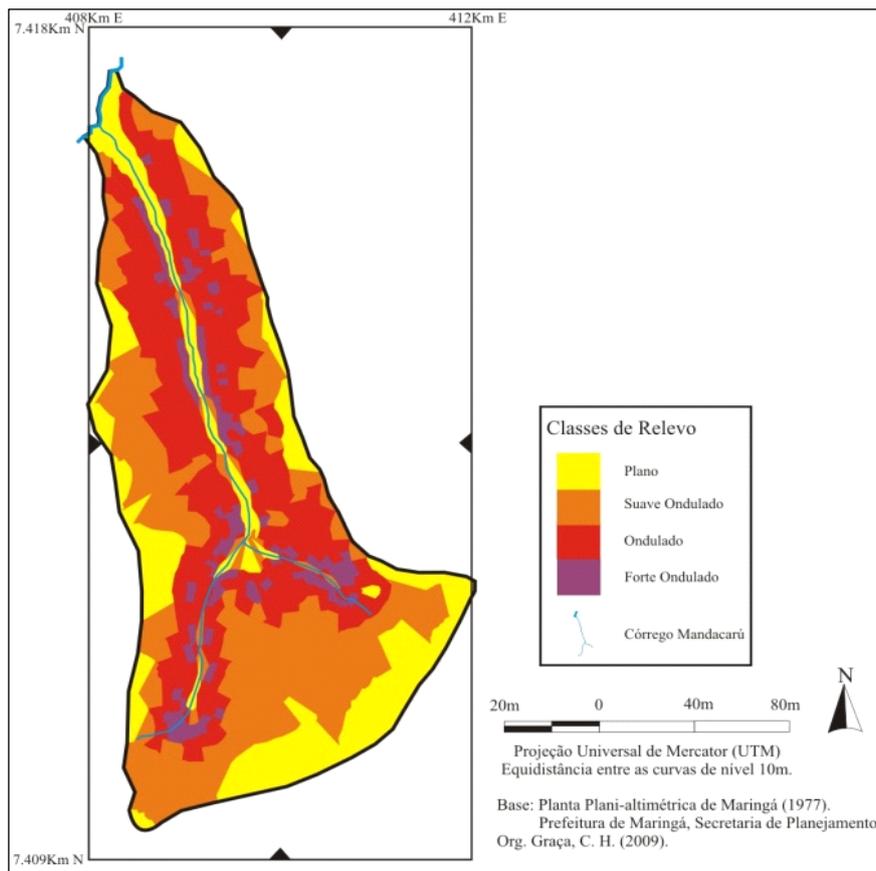


Figura 4 - Classes de relevo da bacia do córrego Mandacarú.

As classes de declividade muito fraca (0 a 2%) e fraca (2 a 5%) se localizam nas áreas mais próximas do divisor de águas da bacia e na jusante, onde ocorre o relevo plano e suave ondulado. Já a classe de declividade média (5 a 10%) se encontra nas áreas envoltas ao córrego onde há predominância de relevo suave ondulado e ondulado, destacando-se como a classe de declividade mais expressiva dentro da bacia (**figura 5**). As classes de declividade forte (10 a 20%) e muito forte (20 a 30%) estão localizadas na média e baixa vertente até as imediações do curso d'água, onde se encontra a maior ocorrência de relevo ondulado e forte ondulado (**figuras 4 e 5**).

A elaboração da carta de declividade possibilitou verificar os setores do relevo com maiores declividades e identificar as áreas com maior potencial à fragilidade ambiental, uma vez que o grau de inclinação do terreno exerce grande influência na velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, auxilia nos processos de erosão do leito e assoreamento do córrego.

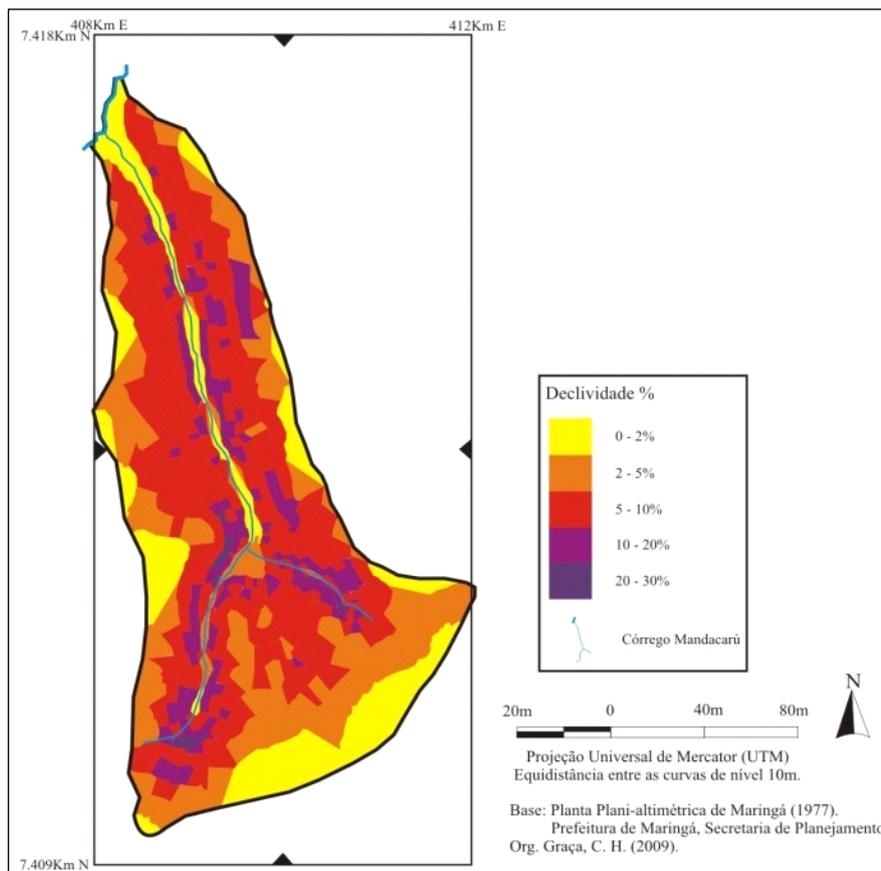


Figura 5 - Declividade da bacia do córrego Mandacaru.

As formas de relevo estão sempre associadas à formação dos tipos de solo. Deste modo, ao longo das vertentes, os solos possuem espessuras variadas. De acordo com Nakashima & Nóbrega (2003), nas áreas de topos aplainados ocorre o desenvolvimento de solo espesso como o Latossolo Vermelho e do interflúvio em direção aos canais de drenagem aparecem os Nitossolos Vermelhos na média baixa vertente e o Gleissolo em pequena porção na baixa vertente, acompanhando o canal do rio (**figura 6**). Estes solos, quando utilizados adequadamente ou mantidos em estado natural de preservação, apresentam baixa susceptibilidade à erosão.

O Latossolo Vermelho foi encontrado predominantemente nos topos de vertentes mais próximas às bordas da bacia. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999), esses solos são bem evoluídos, apresentam estrutura granular à micro-agregada e textura argilosa.

Os Nitossolos Vermelhos são profundos a muito profundos, apresentam estrutura em blocos subangulares a angulares, textura argilosa e presença de serosidade nas faces dos agregados. Nos horizontes mais profundos desses solos, encontra-se uma estrutura típica dos Latossolos Vermelhos (granular micro-agregada), sendo denominados

de Nitossolos Vermelhos Latossólicos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999).

O Gleissolo foi encontrado em pequenas manchas próximo à confluência dos córregos Mandacaru e Esperança. “Este tipo de solo possui sinais de oxiredução dos compostos ferruginosos causada pela elevação do lençol freático durante os períodos chuvosos. Podendo apresentar um horizonte Bg logo abaixo do horizonte A” (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999).

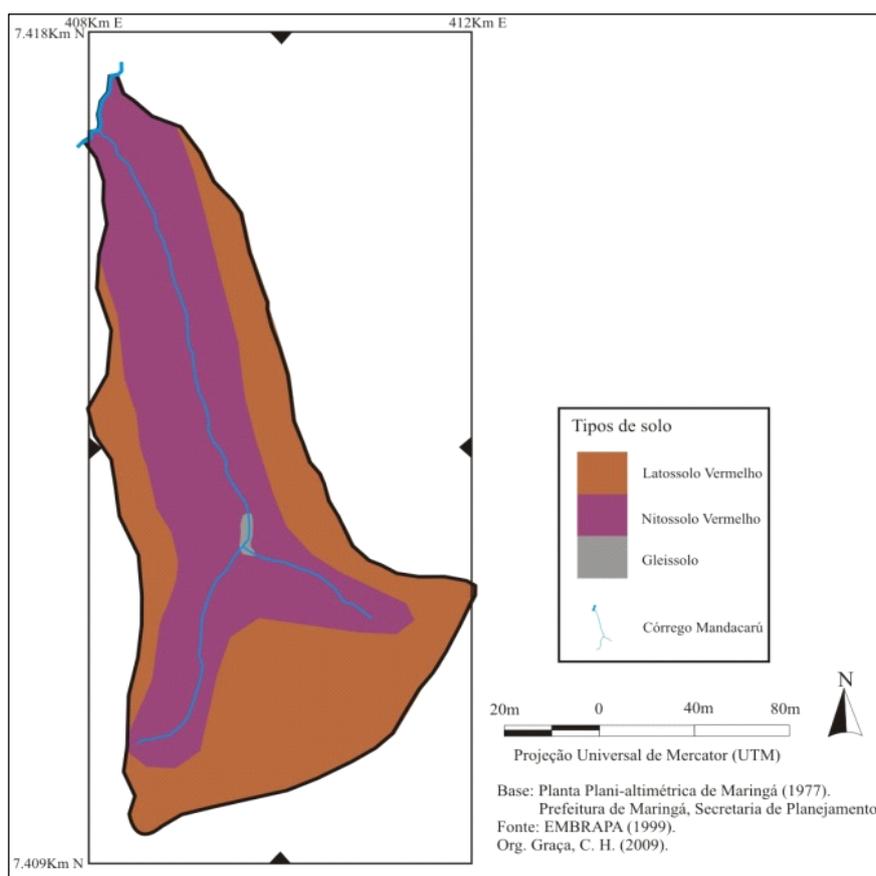


Figura 6 - Classes de solos da bacia do córrego Mandacaru.

Por uso da terra, compreende-se qual é a forma que o homem está ocupando o espaço (SPÖRL, 2001). Assim, por meio de imagens de satélite (junho de 2005), pode-se observar como está o uso da terra e a cobertura vegetal dentro da bacia do córrego Mandacaru.

O uso da terra na bacia é bem variado e apresenta uma grande porção ocupada pelo perímetro urbano de Maringá. Entretanto, possui uma expressiva área ocupada com lavouras temporárias na jusante da bacia e também alguns terrenos dentro da área urbana que são ocupados com pastagens (**figura 7**).

Estes terrenos urbano/rurais podem ser denominados áreas de pousiu urbano, ou seja, áreas rurais mantidas dentro da cidade esperando uma maior valorização do terreno, que acabam seguindo uma tendência forte e crescente em Maringá: a da especulação imobiliária. Essas áreas vão sendo incorporadas ao meio urbano e aos poucos são criados novos bairros.

A vegetação natural presente na cidade está ligada diretamente com as condições climáticas e do relevo, sendo classificada como remanescente da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, conhecida como Mata Atlântica de interior (RODERJAN *et al.*, 2002).

As áreas com vegetação são pouco expressivas dentro da bacia, aparecem como pequenas manchas de floresta preservada em forma de reservas, como no Parque das Palmeiras, Parque do Centenário e em matas ciliares, pouco presentes ao longo das margens do córrego. Esta falta de vegetação tem ajudado no assoreamento e, sucessivamente, na perda da qualidade da água e de sua fauna.

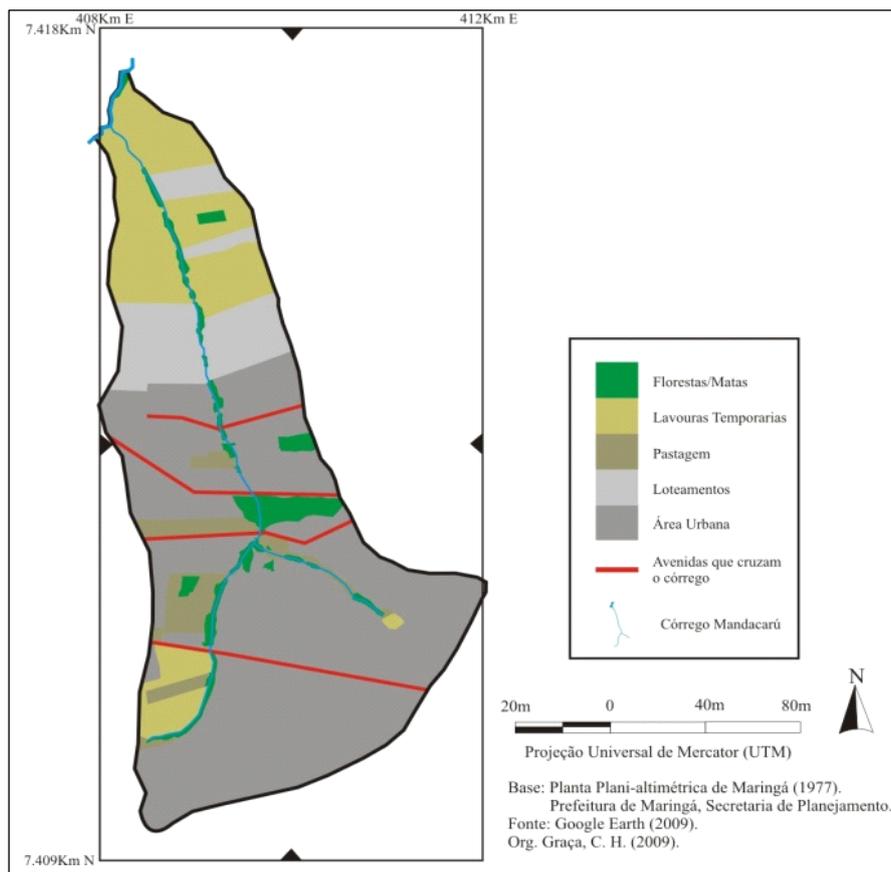


Figura 7 - Uso da Terra/Cobertura Vegetal da bacia do córrego Mandacaru.

Este uso da terra distinto vai interferir no equilíbrio dinâmico dos ambientes naturais, o que remete a áreas com maior fragilidade ambiental dentro da bacia. Assim, essa variável é importante na classificação das Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis e na descrição dos Índices Crescentes de Potencial de Instabilidade e de Instabilidade Emergente.

Segundo Tricart (1977), as Unidades Ecodinâmicas Estáveis com diferentes graus de Instabilidade Potencial estão relacionadas às áreas onde o equilíbrio dinâmico natural foi preservado das atividades antrópicas. Nessas áreas, o processo morfodinâmico atua em estado natural, predominando os processos de intemperismo físico-químico sob vegetação densa, sendo que os impactos da chuva são atenuados pela cobertura vegetal. O escoamento das águas que atingem a superfície é lento e parte desta água fica retida nas serrapilheira, proporcionando uma maior percolação com uma infiltração mais lenta.

Ainda segundo Tricart (1977), as Unidades Ecodinâmicas Instáveis com diferentes graus de Instabilidade Emergente são aquelas nas quais as atividades antrópicas desestabilizam o equilíbrio dinâmico, onde as condições naturais de cobertura vegetal foram substituídas por pastagens, lavouras e mesmo cidades. A retirada da vegetação natural possibilitou que os agentes climáticos, principalmente as chuvas, agissem diretamente sobre o solo, gerando processos erosivos e a perda de qualidade das águas de superfícies em função das cargas de sedimentos acumulados.

As Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis foram caracterizadas quanto aos graus de fragilidade e à descrição das propriedades de cada índice de Instabilidade Potencial ou Emergente (**quadro 2**).

O clima predominante na região de Maringá, segundo classificação de Köppen (1948), é subtropical úmido mesotérmico (Cfa), apresentando verões quentes e geadas pouco frequentes. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e o mês mais frio tem temperatura abaixo de 18°C (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1978).

Um dos fatores que podem explicar o clima de Maringá é a sua localização geográfica. Por ser cortada pelo trópico de Capricórnio, essa posição condiciona a ocorrência de elevadas temperaturas e acentuados valores de precipitação nos períodos de verão devido à atuação de sistemas tropicais. Durante o outono e inverno, ocorre uma ligeira queda das chuvas e redução da temperatura provocada pelos sistemas extratropicais (NIMER, 1979).

Ambientes de Fragilidade	Classes de Fragilidade	Índice de Instabilidade Potencial	Características do Relevo	Tipo de Solo	Uso da Terra / Vegetação	Características Pluviométricas mm/ano
Unidades Ecodinâmicas Estáveis	Muito Fraca	1211	Relevo plano com ocorrência da declividade (0-2%)	Latosolo vermelho, Nitossolo vermelho e Gleissolo háplico, ambos com textura argilosa	Florestas / Matas	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
		1411				
	Fraca	2211	Relevo plano e suave ondulado com ocorrência da declividade (2-5%)	Latosolo vermelho, Nitossolo vermelho e Gleissolo háplico, ambos com textura argilosa	Florestas / Matas	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
		2411				
	Média	3211	Relevo plano, suave ondulado e ondulado com ocorrência da declividade (5-10%)	Latosolo vermelho e Nitossolo vermelho, ambos com textura argilosa	Florestas / Matas	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
	Forte	4211	Relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado com ocorrência da declividade (10-20%)	Latosolo vermelho e Nitossolo vermelho, ambos com textura argilosa	Florestas / Matas	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
Muito Forte	5211	Relevo ondulado e forte ondulado com a ocorrência da declividade (20 - 30%)	Latosolo vermelho e Nitossolo vermelho, ambos com textura argilosa	Florestas / Matas	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000	

Ambientes de Fragilidade	Classes de Fragilidade	Índice de Instabilidade Potencial	Características do Relevo	Tipo de Solo	Uso da Terra / Vegetação	Características Pluviométricas mm/ano
Unidades Ecodinâmicas Instáveis	Muito Fraca	1231	Relevo plano com ocorrência da declividade (0-2%)	Latossolo vermelho e Nitossolo vermelho, ambos com textura argilosa	Pastagem	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
		1241			Lavouras temporárias	
		1251			Área urbana	
	Fraca	2231	Relevo plano e suave ondulado com ocorrência da declividade (2-5%)	Latossolo vermelho e Nitossolo vermelho, ambos com textura argilosa	Pastagem	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
		2241			Lavouras temporárias	
		2251			Área urbana	
	Média	3231	Relevo plano, suave ondulado e ondulado com ocorrência da declividade (5-10%)	Latossolo vermelho, Nitossolo vermelho e Gleissolo háplico, ambos com textura argilosa	Pastagem	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
		3241			Lavouras temporárias	
		3251			Área urbana	
		3451				
	Forte	4231	Relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado com ocorrência da declividade (10-20%)	Latossolo vermelho, Nitossolo vermelho e Gleissolo háplico, ambos com textura argilosa	Pastagem	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
		4241			Lavouras temporárias	
		4251			Área urbana	
		4431				
	Muito Forte	5231	Relevo ondulado e forte ondulado com a ocorrência da declividade (20-30%)	Latossolo vermelho e Nitossolo vermelho, ambos com textura argilosa	Pastagem	Distribuição regular ao longo do ano, com médias entre 1000 a 2000
5251		Lavouras temporárias				
				Área urbana		

Quadro 2 - Descrição dos níveis crescentes de Potencial de Instabilidade e Instabilidade Emergente. Fonte - Adaptado de Ross (1990; 1994).

Na **figura 8** foram expostas as médias anuais de precipitação e temperatura do período de 1979 a 2008. Pode-se observar que não há grandes variações nas médias de precipitação, exceto nos anos de 1983, 1997 e 1998, que ultrapassaram 2.000 mm anuais. O ano com o maior destaque para os valores pluviométrico foi 1983 que atingiu 2.266,9 mm.

A menor média registrada no período de análise foi no ano de 1988 com 1.280,6mm de precipitação pluviométrica. Já a temperatura segue a mesma tendência, com variações pequenas ao longo dos anos, exceto nos anos de 1983, 1989, 2004 e 2002, que tiveram suas médias abaixo de 22,5 °C e no ano de 2002, que a média foi superior a 24,5 °C.

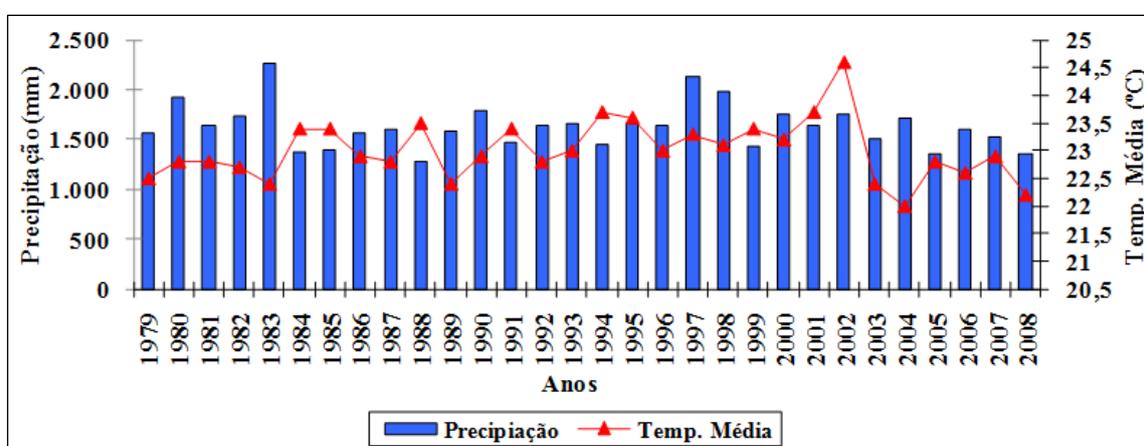


Figura 8 - Precipitação e temperatura da bacia do córrego Mandacaru (de 1979 a 2008).

Fragilidade Ambiental

Após o levantamento de todos os atributos considerados nesse trabalho, foi possível elaborar a carta de correlação (**figura 9**). Nessa carta, pode-se observar todas as informações de forma correlacionada, possibilitando a maior compreensão do comportamento de cada variável dentro da bacia analisada.

A carta de síntese mostrou que as classes com os diferentes graus de fragilidade encontradas na bacia do córrego Mandacaru variam de Muito Fraca a Muito Forte (**figura 10**). Nota-se que há predominância da classe de fragilidade ambiental Média com aproximadamente 8,42 Km² ou 52% de área da bacia (**figura 10**). A maior preocupação quanto a essa classe é que uma boa parte dela está situada no perímetro urbano, onde ocorre uma série de problemas como a impermeabilização do solo, que proporciona escoamento superficial e causa erosões principalmente no leito do córrego. Nessa área,

chegou-se as seqüências numéricas de 3211, 3231, 3241, 3251 e 3451 que vão estabelecer o Potencial de Instabilidade e de Instabilidade Emergente.

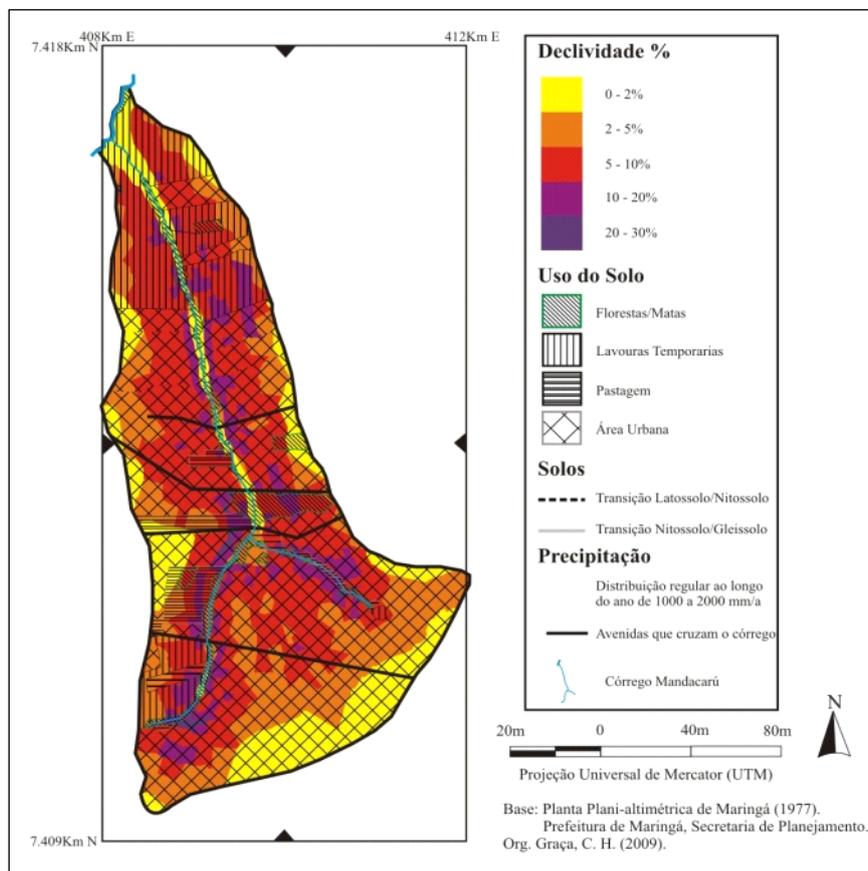


Figura 9 - Correlação das informações utilizadas para apontar a fragilidade ambiental da bacia do córrego Mandacarú.

Outras duas classes de fragilidade que ocorrem mais freqüentemente são as de fragilidade ambiental Muito Fraca e Fraca, apresentando aproximadamente 2,75 Km² ou 17% e de 3,40 Km² ou 21%, respectivamente, de área da bacia (**figura 10**). Estas classes ocorrem mais próximas à borda da bacia e apontam para o mesmo problema da classe de fragilidade Média por possuir pontos impermeabilizados. Nessas áreas, chegou-se a seqüência numéricas de 1211, 1231, 1241, 1251 e 1411 para a classe de fragilidade ambiental Muito Fraca e, para fragilidade ambiental Fraca, 2211, 2231, 2241, 2251 e 2411.

A classe de fragilidade ambiental Forte tem uma presença significativa dentro da bacia estudada, com aproximadamente 1,30 Km² ou 8% (**figura 10**) e localiza-se próxima ao leito do córrego. Portanto, acredita-se que esse local não deve ser urbanizado, nem cultivado, mas sim preservado com vegetação permanente. Se forem tomadas essas medidas conservacionistas, pode-se evitar a ação da chuva que intensifica o

desenvolvimento de erosões. Nessa área, chegou-se a seqüências numéricas de 4211, 4231, 4241, 4251 e 4431.

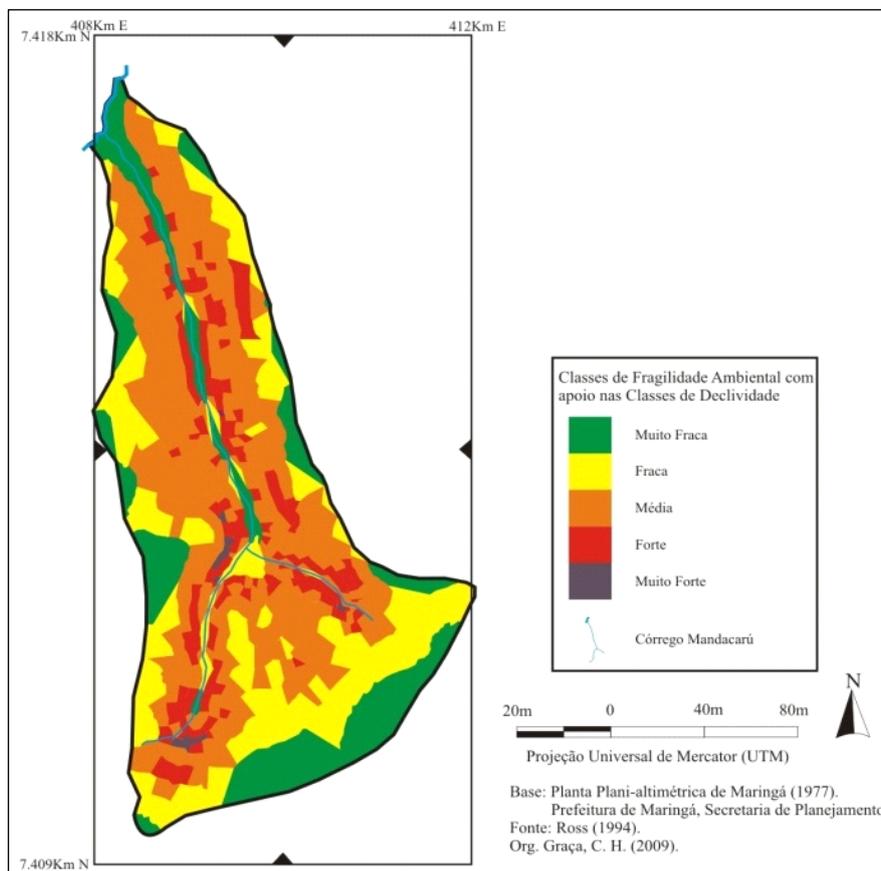


Figura 10 - Carta síntese com as classes de fragilidade ambiental da bacia do córrego Mandacaru.

Já a classe de fragilidade ambiental Muito Forte é pouco expressiva, com aproximadamente 0,32 Km² ou 2% de área da bacia (**figura 10**) e sua ocorrência está restrita a pontos próximos à nascente e o médio curso do córrego Mandacaru. Como essa área é muito propensa a impactos, tais como erosões e deslizamentos, aconselha-se não utilizá-la, mas mantê-la preservada adequadamente. Nesta área, chegou-se a seqüências numéricas de 5211, 5231 e 5251.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise de todas as variáveis utilizadas dentro da bacia do córrego Mandacaru para apontar os pontos com maior fragilidade ambiental, conclui-se que ela não se encontra muito fragilizada ambientalmente, pois a maior porção da bacia foi classificada

com fragilidade ambiental Média. Entretanto, essa classificação mais amena não quer dizer que esses locais estejam próximos ao equilíbrio dos ambientes naturais.

Existem pontos mais preocupantes onde se encontram as classes de fragilidade ambiental Forte e Muito Forte, sempre relacionados às áreas com declividade maior e relevo ondulado e forte ondulado, localizados nas proximidades do curso d'água e nascente. As classes de fragilidade ambiental Muito Fraca e Fraca ocorrem nos pontos mais próximos da borda da bacia, locais esses que ocorrem em declividades menos acentuadas e relevo plano e suave ondulado.

Ao considerar a análise das Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis, nota-se que essas classes de fragilidade poderiam ser diferentes se as variáveis: tipos de solos, uso da terra/cobertura vegetal e pluviosidade tivessem um peso maior na classificação de cada classe de fragilidade ambiental e não apenas a declividade.

Entretanto, este modelo teórico-operacional é válido por ser uma ferramenta dinâmica que proporciona uma análise rápida de fatores importantes, como relevo, vegetação, pluviosidade, solos, etc., em um ambiente natural, o que ajuda na elaboração de planejamento de áreas tanto urbanas quanto agrícolas e, com isso, sua melhor utilização sem que haja grandes alterações ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- BRAGAGNOLO, N. Uso dos solos altamente suscetíveis à Erosão. *In*: PEREIRA, V.P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Solos altamente suscetíveis à Erosão**. Jaboticabal, FCAV-UNESP/SBCS, p. 03-16. 1994.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 212 p.
- FORTES, E.; OLIVEIRA, R. B. Geomorfologia urbana e fragilidade dos ambientes naturais: uma proposta de zoneamento ambiental para a bacia do ribeirão Morangueira - Maringá – PR. *In*: **II Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental de Cidades, Águas Urbanas**, Londrina – PR, 2007. 16 p.
- GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. *In*: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 337-379. 2003.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina/IAPAR, 1978. 41 p.
- KÖPPEN, W. Climatologia. Com um estudio de los climas de la tierra. *In*: **IAPAR. Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná**, Londrina, 1948. 41 p.
- LEVANTAMENTO PLANI-ALTIMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ 1977**. Disponível em <ftp://ftp.uem.br/UEM/Cartografia_Digital/Planialtimetricas>. Acesso em março de 2009.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba, Clichês. 1968. 350 p.
- MACHADO, J. R.; MENDES, C. M. O processo de verticalização do centro de Maringá – PR,

Brasil. *In: Investigaciones Geográficas*: Universidad Nacional Autónoma de México, n. 52. México. p. 53-71. 2003.

MINEROPAR. **Mapa geológico do Estado do Paraná. 2006.** Disponível em <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geologococos/geologico_650.pdf> acesso em março de 2009.

MORO, D. A. **Maringá Espaço e Tempo.** Maringá: Programa de Pós-Graduação em Geografia, UEM. p: 49-88. 2003.

MORO, D. A. **Substituição de culturas e transformações na organização do espaço rural do município de Maringá.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade de São Paulo. São Paulo. 1980. 168 p.

MORO, D. A. **O êxodo rural e o crescimento populacional da cidade de Maringá no período de 1970 a 1980.** Maringá, Boletim de Geografia, ano 6, n. 1, p. 19-31. 1988.

NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. Solos do terceiro planalto do Paraná – Brasil. *In: I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense, Maringá. Anais do...* p. 67-85. 2003.

NIMER, E. Climatologia da Região Sul. *In: Climatologia do Brasil.* Rio de Janeiro: IBGE. 1979. 421 p.

RIGON, O. **Desenvolvimento local e meio ambiente: produção do espaço e problemas ambientais – a Bacia hidrográfica do Ribeirão da Morangueira/Maringá- PR.** Dissertação (Mestrado em Geografia). PGE/UEM. Maringá, 2005. 149 p.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 75-92, jan./jun, 2002.

ROSS, J. L. S. Análise empírica dos ambientes naturais e antropizados. São Paulo, **Revista do Departamento de Geografia FFLCH/USP**, n. 8, p. 63-74. 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.** São Paulo, Editora Contexto. 1990. 88 p.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento.** São Paulo, Contexto, 5^o edição, 2000. 88 p.

SILVA, G. J. A. da; WERLE, H. J. S. Planejamento Urbano e Ambiental nas Municipalidades: Da Cidade à Sustentabilidade, Da Lei à Realidade. *In: PAISAGENS EM DEBATE: Revista Eletrônica da Área Paisagem e Ambiente*, FAU/USP - n. 05, dezembro 2007. 24 p.

SIMIELLI, M. E. R. **Cartografia no ensino fundamental e médio.** A Geografia na Sala de Aula. São Paulo, Contexto, p. 92-108. 1999.

SPÖRL, C. **Análise da Fragilidade Ambiental Relevo-Solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari-Mirim, ribeirão do Quartel e ribeirão da Prata.** Dissertação (Mestrado em Geografia Física). FFLCH/USP. São Paulo, 2001. 165 p.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. *In: GEOUSP – Espaço e Tempo*, São Paulo, N^o 15, 2004. p. 39-49.

STRAHLER, A. N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. *In: Chow, ven te – Handbook of Applied Hidrology.* New York, McGraw-Hill Book, 1964. p. 40-74.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, FIBGE. 1977. 97 p.

AGRADECIMENTOS:

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) pelo apoio financeiro na concessão de bolsa de estudos.

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

GRAÇA, Carlos Henrique da; SILVEIRA, Hélio. Aspectos físicos e socioeconômicos como auxílio à análise da fragilidade ambiental na bacia do córrego Mandacaru, Maringá (PR). **Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 66-86, jan./abr. 2011.

URL: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia>>

EDITOR DE SEÇÃO:

Rosely Sampaio Archela

TRAMITAÇÃO DO ARTIGO:

✓ Recebido em 24/10/2009

✓ Aceito para publicação em 07/06/2011