



A relação entre as inundações e as características geomorfológicas da cidade de Rio Negro/PR

Rafael Köene*

Resumo: O município de Rio Negro, localizado na região Sudeste do Estado do Paraná, tem sua sede instalada junto ao médio curso do rio Negro, principal rio de uma bacia hidrográfica de 9.000 km². Essa proximidade com o rio Negro faz com que a cidade constantemente seja afetada por inundações graduais. O objetivo desse estudo é analisar a relação entre o histórico e a frequência dos eventos de inundação registrados na cidade de Rio Negro com as suas características geomorfológicas. Foram identificados 54 eventos de inundação registrados na série histórica da estação fluvial Rio Negro e mais seis registros de inundação em antigos jornais e livros. A frequência de inundação na cidade está relacionada com a ocupação urbana da planície fluvial do rio Negro.

* Mestre em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

The relationship between floods and geomorphological characteristics of the city Rio Negro/PR

Abstract: The municipality of Rio Negro, located in the southeastern region of the state of Paraná, has its seat located at the middle course of Rio Negro, a major river basin of about 9.000 km². This proximity to Rio Negro makes the city is constantly affected by floods gradual. The objective of this study is to analyze the relationship between the history and frequency of flood events recorded in the city of Rio Negro with its geomorphological characteristics. Were identified 54 floods events recorded in the historical series of Rio Negro river fluvial station and six record floods in old newspapers and books. The frequency of flooding in the city is related to the urban occupation of fluvial plain of Rio Negro.

Palavras-chave:

Rio Negro, Inundação gradual, Planície fluvial.

Key-Words:

Rio Negro, Gradual flood, Fluvial Plain.

Introdução

A cidade de Rio Negro, com seus 142 anos de história, se desenvolveu junto à margem direita do rio Negro, o principal rio de uma grande bacia hidrográfica com 9.000 km². A localização próxima ao leito de rio, que por um lado facilitou a utilização da água como recurso para abastecimento e navegação, por outro, deixa parte da cidade e da população expostas aos problemas relacionados com as enchentes e inundações.

Segundo Goerl e Kobiyama (2005) “as palavras cheia e enchente tem como origem o verbo encher, do Latin *Implere*, que significa ocupar o vazio, a capacidade ou a superfície de; tornar cheio ou repleto”. Assim, o termo enchente se aplica a situação em que o rio tem o seu volume de água aumentado, mas ainda alcançando as suas margens ou os limites da calha do rio. Já o termo inundação é de adequada utilização para a situação em que o volume de água de um rio supera as suas margens ou sua calha e ocorre um transbordamento.

As inundações têm dinâmicas diferentes que estão relacionadas principalmente com as características das bacias hidrográficas. Segundo Castro (2003) a evolução das inundações pode-se dar de forma brusca, com aumento rápido e intenso do volume de água do canal ou gradual com a subida e descida das águas de um rio de forma lenta.

As inundações que ocorrem na cidade de Rio Negro são caracterizadas como inundações graduais por apresentarem um desenvolvimento lento e previsível em que todo o processo de inundação pode ser acompanhado durante dias.

Castro (2003, p. 48), define que inundação gradual é aquela em que “as águas elevam-se de forma paulatina e previsível; mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente”. O autor comenta ainda que normalmente as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais e cita como exemplo as inundações anuais da bacia do rio Amazonas. As inundações graduais caracterizam-se também pela grande abrangência e extensão, ocupando vales e planícies de inundação. Em relação ao tempo climático, esse tipo de inundação está associado com períodos longos de chuvas contínuas influenciadas por variáveis climatológicas de média e longa duração. (CASTRO, 2003).

As inundações, de acordo com Amaral e Ribeiro (2012, p. 41), “são eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d’água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração”. Segundo Tucci (2005, p. 42) este é um processo natural que ocorre quando a precipitação é intensa, causada por eventos chuvosos, em que o solo perde a capacidade de infiltração, aumentando o escoamento superficial que rapidamente alcança os cursos d’água.

Quando a inundação se estabelece, as águas do rio ocupam as áreas da planície fluvial que é composta pela planície de inundação, leito maior e leito menor do rio. Zancopé (2012) define que as planícies de inundação são áreas dos vales fluviais que sofrem inundações por cheias de determinadas magnitudes e intervalos de recorrência e as planícies fluviais são áreas dos vales fluviais, marginais aos cursos d’água, parcialmente alagadas por transbordamentos periódicos oriundo dos rios e limitadas lateralmente pelas bases das vertentes dos vales.

Segundo Tucci (2005, p. 29), o leito menor é por onde a água escoava normalmente, a maior parte do tempo, já o leito maior¹ é caracterizado pelos locais em que o rio alcança quando atinge níveis superiores de volume d’água. Tucci (2005, p. 29) comenta ainda que este tipo de inundação, quando as águas atingem o leito maior do rio, geralmente ocorre em bacias hidrográficas médias e grandes (> 100km²) e que este processo é natural como consequência do ciclo hidrológico e assim é denominada inundação de áreas ribeirinhas. As áreas de planície de inundação são locais que periodicamente serão atingidos pelo transbordamento dos cursos de águas, faz parte da dinâmica natural dos rios. (AMARAL e RIBEIRO, 2012).

As inundações na bacia hidrográfica do rio Negro recentemente têm ganhado destaque em pesquisas relacionadas ao tema, apesar de ser um problema antigo. Giglio e Kobiyama (2011) utilizaram registros históricos para analisar inundações no município de Rio Negrinho (SC); Malutta e Kobiyama (2011) elaboraram uma análise do período de retorno das últimas inundações na bacia

¹⁸ “Leito menor é a seção de escoamento ou calha por onde a água escoava a maior parte do tempo, delimitada por uma variação muito grande de inclinação das paredes do canal, onde o rio ocupa raramente é denominada de leito maior. O leito maior pode ser extenso, de vários quilômetros de largura e o leito menor tem alguns metros (excetuando rios de grande porte)”. (TUCCI, 2005, p. 42).

hidrográfica do rio Negrinho; Goerl; Kobiyama e Pellerin (2012) propuseram uma metodologia para mapeamento de áreas de risco a inundação com um estudo de caso do município de Rio Negrinho; Köene e Thomaz (2012) realizaram o mapeamento das áreas de inundação na cidade de Rio Negro; Köene (2012) fez uma análise da influência do relevo da bacia hidrográfica do rio Negro nas inundações graduais ocorridas na cidade de Rio Negro.

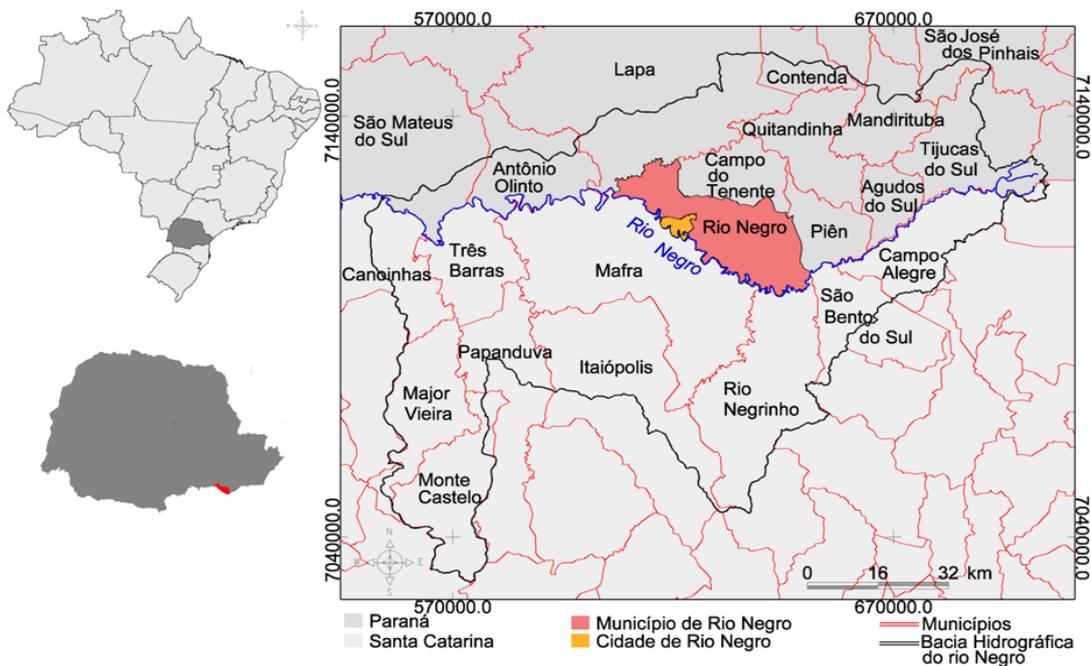
Conforme o que foi exposto acima, este estudo tem por objetivo analisar a relação entre o histórico e a frequência de eventos de inundação e as características geomorfológicas da cidade de Rio Negro/PR.

Área de estudo

O município de Rio Negro, localizado nas coordenadas UTM (grade retangular cujas coordenadas são definidas pelos eixos x: 605427/651666 e y: 7096543/7133495) na região Sudeste do Estado do Paraná, tem a sua sede instalada junto ao médio curso do rio Negro (Figura 1). A origem do município está relacionada com o tropeirismo. O início do povoamento onde surgiu a cidade de Rio Negro foi por volta do ano de 1828 quando foi erguida a Capela da Mata do Caminho do Sul, sob a invocação do Senhor Bom Jesus da Coluna; no dia 15 de novembro de 1870 deu-se oficialmente a titulação de município e em 1896 recebe foros de cidade. (FERREIRA, 1996).

Atualmente o município de Rio Negro possui 31.274 habitantes dos quais 82,2% residem na área urbana (IBGE, 2010). Com uma área de 603,00 km² a densidade demográfica é de 51,86 hab/km². Segundo o Plano Diretor do município, do ano de 2007, 34,52 km² são considerados como área urbana o que resulta em uma densidade demográfica de 744 hab/km² instalados no sítio urbano de Rio Negro.

Figura 1 - Mapa de localização do município e da cidade de Rio Negro/PR e da bacia hidrográfica do rio Negro.



Fonte: elaborado pelo autor.

O município de Rio Negro está totalmente inserido na bacia hidrográfica do rio Negro que é integrante da bacia hidrográfica do Alto Iguaçu. O rio Negro nasce na borda oriental da Serra do Mar e percorre aproximadamente 350 km no sentido Leste - Oeste até desaguar no rio Iguaçu. Outro importante curso de água em Rio Negro é rio Passa Três que percorre 33 km dentro do município até alcançar a área urbana e desaguar no rio Negro.

Material e método

Para o desenvolvimento deste estudo foram pesquisados dados relacionados com a geomorfologia do município e da cidade de Rio Negro, dados históricos da cidade consultados em antigos jornais de circulação local, livros relacionados com a ocupação e desenvolvimento regional e ainda dados de série histórica de estação fluviométrica instalada no rio Negro junto ao centro da cidade homônima.

Histórico das inundações

A pesquisa em jornais antigos e livros foi realizada junto ao acervo da Biblioteca Municipal de Rio Negro. O documento mais antigo consultado foi o jornal intitulado O RIO-NEGRENSE, edição de 1929, que, até a data de sua publicação, apresentou uma cronologia de todos os eventos de inundação ocorridos na cidade. Entre os livros pesquisados, três publicações citavam as inundações na cidade de Rio Negro: *Paraná – Santa Catarina: Centenário da Colonização Alemã - Rio Negro-Mafra 1829-1929* editado no ano de 1929; *História de Rio Negro – Estado do Paraná* publicado no ano de 1976; e *Colônia Lucena – Itaiópolis: Crônica dos Imigrantes Poloneses* publicado no ano de 2002. O jornal e os livros consultados citam os eventos de inundação, que tiveram importância de registro, ocorridos entre os anos de 1888 e 1925.

A partir do ano de 1923 a cidade de Rio Negro passou a fazer os seus registros de precipitação e no ano de 1930 iniciou os registros de cota e vazão do rio Negro o que possibilita identificar através das cotas alcançadas pelo rio Negro os eventos de inundação de 81 anos (1930 á 2011).

A série histórica do rio Negro na cidade de Rio Negro compreende registros diários de cota e vazão do rio Negro. A série foi disponibilizada pelo Águas Paraná (Instituto das Águas do Paraná) órgão do governo estadual encarregado pelo controle das águas no estado. A estação fluviométrica “Rio Negro” (código ANEEL: 65100000) esta instalada na margem direita do rio Negro junto ao centro da cidade homônima.

Identificação da situação de enchente/ cheia ou inundação na cidade de Rio Negro

Para identificação dos eventos de inundação na cidade de Rio Negro, com base nos registros da série histórica, primeiramente foi preciso estabelecer o limite entre a situação de enchente/cheia e inundação do rio Negro na cidade de Rio Negro.

Foi estabelecida a cota de 6,90 m de lâmina de água do rio Negro como sendo o limite entre enchente e inundação na cidade. Segundo a coordenação da Defesa Civil do Município de Rio Negro, o primeiro ponto de inundação na cidade, rua Francisca de Almeida, é alcançado quando o rio Negro está com 6,90 m de lâmina de água.

Identificação dos eventos de inundação na cidade de Rio Negro

Após o estabelecimento da cota limite identificando o início de uma inundação, foram analisados os registros da série histórica da estação fluviométrica da cidade de Rio Negro para identificar a ocorrência das inundações e as datas de quando aconteceram.

A série histórica da estação fluviométrica Rio Negro, com um período de 81 anos de registros, apresenta uma cota média de 1,61 m de lâmina de água, número obtido pela soma das médias anuais das cotas médias do rio Negro entre 1930 e 2011 divididos pelos 81 anos de registros.

Analisando os registros diários das cotas do rio Negro na série histórica, é possível identificar em qual data (dia, mês e ano) a cota do rio Negro apresenta alguma variação positiva afastando sua marca da média de 1,61 m de lâmina de água representando um aumento na vazão do rio. Quando é identificado um dia com uma variação na cota média do rio Negro, faz-se uma análise dos dias seguintes a este para observar se a cota do rio se mantém em ascensão, registros de cotas maiores a cada dia, e se é alcançada a cota de 6,90 m do rio, assim caracterizando um evento de inundação. Uma vez que identifica-se que o rio alcançou a cota de 6,90 m, caracterizando um evento de inundação, são analisadas a cota máxima alcançada pelo rio naquele período e os dias de início e final do evento, quando a cota do rio ultrapassa a média e quando o rio volta a marca de 1,61 m respectivamente.

Espacialização do maior evento de inundação registrado e caracterização geomorfológica da cidade de Rio Negro

A espacialização do maior evento de inundação registrado e a caracterização geomorfológica da cidade de Rio Negro tem como objetivos reconhecer os locais atingidos pelas inundações na área urbana da cidade e relacioná-los com as características do relevo local. A espacialização do maior evento de inundação e a caracterização geomorfológica da área urbana de Rio Negro foi realizada com base em dados históricos das inundações, análises em campo e em mapas topográficos digitais cedidos pela prefeitura municipal.

Após a identificação do número de eventos de inundação na cidade de Rio Negro e as respectivas cotas atingidas pelo rio Negro, foi possível estabelecer qual a maior inundação registrada na cidade e, através da cota alcançada pelo rio, espacializar as áreas do sítio urbano que já sofreram inundação.

A análise em campo consistiu no reconhecimento das áreas suscetíveis a inundações na cidade de Rio Negro e na observação e identificação prévia das formas de relevo das áreas urbanas, principalmente daquelas localizadas próximas a margem do rio Negro.

Após as observações em campo, foram analisados os mapas topográficos da cidade de Rio Negro disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Rio Negro. Estes mapas topográficos recobrem toda a área urbana de Rio Negro somando um total de 32 cartas em escala 1:2.000, atualizadas no ano de 2011. As 32 cartas possuem representação das ruas e lotes da cidade e curvas de nível com equidistância de 1 metro.

As 32 cartas, em formato digital, foram importadas para o programa SIG (Sistemas de Informação Geográfica) SPRING 4.3.3, gerando um mosaico recobrendo toda a cidade. Com as curvas de nível do mosaico de cartas foi possível criar um MNT (Modelo Numérico de Terreno) gerado a partir de uma grade retangular com resolução de 1 m x 1 m interpolada pelo método “média ponderada quadrática”, do qual derivou mapas e perfis do relevo. A grade retangular criada também foi posteriormente exportada para o programa *Surfer 8* para ser gerado um modelo tridimensional da cidade de Rio Negro para espacializar as unidades geomorfológicas identificadas. A partir do MNT foi possível elaborar o mapa de espacialização da maior inundação e mapas de altimetria e declividade para identificar as altitudes e a inclinação do relevo da cidade. A altimetria foi representada em classes subdividindo o relevo de 10 m em 10 m. As classes de declividade utilizadas no mapa estão de acordo com o *Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE* (2009).

O mapa de espacialização da inundação foi elaborado com base no reconhecimento da altitude do zero da régua linimétrica da estação fluvial no rio Negro. A partir do estabelecimento da altitude da régua do rio Negro, foi possível reconhecer qual a altitude máxima alcançada pelas águas do rio Negro durante a inundação. Através das curvas de nível da cidade, foi possível relacionar a altitude máxima alcançada pelo rio Negro durante a inundação e a altitude do relevo da área urbana de Rio Negro, identificando os locais atingidos pela inundação.

Os perfis do relevo da cidade foram criados no programa SPRING, com base no MNT gerado, e posteriormente exportados para o programa *BioEstat 5.0* que proporciona melhor qualidade gráfica para os perfis. Foram traçados dez perfis perpendiculares ao longo da margem direita do rio Negro distribuídos pela área urbana da cidade com o intuito de identificar, através da topografia do terreno, as formas do relevo. Os perfis possuem entre 400 e 700 m de comprimento, distância suficiente para abranger toda a área entre a margem direita do rio Negro até a base das vertentes, locais verificados em campo sem registros de inundação.

Após a análise da geomorfologia em campo e utilizando os mapas e perfis derivados das cartas topográficas, as unidades geomorfológicas identificadas foram espacializadas, primeiramente de forma automática no programa SPRING, utilizando a ferramenta de “fatiamento” do relevo, considerando a sua altitude de ocorrência para facilitar a localização de cada unidade. Posteriormente, de forma manual, não automática, com base na espacialização automática e na análise de campo, dos mapas e dos perfis, foram traçados polígonos destacando a localização e os limites de ocorrência de cada unidade geomorfológica.

Por fim, foi gerado um mapa tridimensional de unidades geomorfológicas da cidade de Rio Negro destacando a localização de cada unidade identificada.

Resultados e discussões

Histórico das inundações

Analisando os jornais e os livros relacionados com a história do município de Rio Negro foi possível notar que as enchentes e inundações do rio Negro sempre fizeram parte do cotidiano da sociedade “Rionegrense”. O jornal e os livros consultados fazem menção a seis inundações na cidade, registradas entre os anos de 1877 e 1929, com diferentes magnitudes ocorridas especificamente nos anos de 1888, 1891, 1898, 1910, 1913 e 1925. Todas as inundações ocorridas tiveram grandes proporções, porém a inundação do ano de 1891 foi a que teve maior magnitude e que causou maiores danos.

Seguindo a ordem cronológica de ocorrência das inundações, segundo o jornal *O Rio-Negrense* a inundação ocorrida no ano de 1888, a mais antiga registrada, causou prejuízos em algumas casas instaladas junto às margens do rio Negro.

No ano de 1891 ocorreu a maior inundação registrada até o ano de 1929. Segundo o livro *História de Rio Negro – Estado do Paraná* esta foi “a maior enchente de Rio Negro” cujo autor comenta sobre as condições climáticas dos anos antecedentes e a grandeza da inundação ocorrida:

“A maior enchente de Rio Negro”

Os meses de janeiro e fevereiro de 1888 assinalam o ápice de uma grande seca, que assolou a região de Rio Negro, com grandes danos à lavoura de subsistência. É, fato curioso, capricho da Natureza: em outubro desse mesmo ano verifica-se grande enchente, com o rio atingindo nível nunca anotado até então. Mas essas chuvas de 1888 foram, pode-se dizer, simples ensaio daquilo que viria três anos depois, precisamente em junho de 1891, quando o que choveu foi calamidade, foi para deixar a lembrança da maior enchente havida em Rio Negro em toda a sua história, em toda a sua vida conhecida. (D’ ALMEIDA, 1976, p. 58 e 59).

As chuvas que causaram a grande inundação de 1891 em Rio Negro, também ocasionaram inundações por toda a região. O livro *Paraná – Santa Catarina: Centenário da Colonização Alemã - Rio Negro-Mafra 1829-1929* cita a grandeza da inundação e os estragos causados pela região e na cidade de Rio Negro:

Diversas – Junho de 1891 – Houve neste mez a maior das enchentes de que há notícias no Paraná. Quase todas as pontes do Estado foram levadas pelas águas: a de Passa Três do Rio da Várzea com o pontilhão Várzea, a do Iguassu na estrada de Palmeira e muitas outras. Em Rio Negro, muitas casas, em número superior a vinte ficaram inundadas, não aparecendo de algumas o telhado, e de outras apenas elle. A casa do Sr. João Taborda, foi completamente destruída; as de Martim Mader, Thomaz Becker, a do Registro e da Collectoria estavam quase submergidas, o Hotel Rio-Negrense do outro lado do rio (margem esquerda) estava com a água até o meio das janellas: o barracão em que estiveram os colonos também ficou inundado. As arvores a direita da ponte do Passa Três e parte desta desapareceram, as canoas trabalharam por cima dellas. (ARBIGAUSS et al., 1929, p. 57).

Nos anos próximos a 1891 a cidade de Rio Negro e demais municípios da região receberam e acomodaram imigrantes europeus que se instalaram nos municípios ou seguiram para outras localidades. O livro *Colônia Lucena – Itaiópolis: Crônica dos Imigrantes Poloneses* faz um resgate das anotações de diários de alguns imigrantes poloneses que presenciaram a inundação de 1891 na cidade de Rio Negro. Os imigrantes estavam na cidade aguardando a liberação do governo para se instalarem na colônia Lucena, atualmente município de Itaiópolis/SC, distante aproximadamente 40 km de Rio Negro. Abaixo seguem dois parágrafos relacionados com a inundação de 1891:

Os problemas aumentaram a partir de 21 de junho de 1891 em razão da grande enchente ocorrida na região, inundando os barracões do alojamento dos imigrantes, tanto em Curitiba como em Rio Negro, e também nos outros vales do rio Iguacu. (RODYCZ et al., 2002, p. 58).

Os imigrantes poloneses permaneceram quatro meses nas barrancas do Rio Negro, a 40 quilômetros de Lucena, aguardando as medições oficiais do governo. Nessa época, sobrevieram grandes chuvas e enchentes. As águas do rio Negro subiram como nunca, cobrindo os alojamentos até a altura das janelas, justamente onde os imigrantes estavam provisoriamente instalados: em depósitos de erva-mate. Diante da fúria das águas, viram-se obrigados a fugir até a cidadezinha com o mesmo nome do rio: Rio Negro. Os imigrantes fugitivos ocuparam a igreja, a escola e até as varandas e porões das casas particulares. A prefeitura veio em auxílio. Forneceu feixes de feno e capim seco, bem como alguma alimentação. Após as chuvas, as águas baixaram, mas permaneceu o cheiro fétido e insuportável das algas em decomposição. Eclodiu uma epidemia de tifo, que dizimou muitos emigrantes. (RODYCZ et al., 2002, p. 436 e 437).

A inundação ocorrida em 1891 foi a que teve as maiores proporções e também a historicamente mais marcante. Na cidade de Rio Negro, segundo relatos do jornal *O Rio-Negrense* as águas do rio Negro elevaram-se até o nível da ponte metálica (ponte ainda hoje ligando as cidades de Rio Negro e Mafra inaugurada no ano de 1896) e arrastaram diversas pontes e cobriram muitas casas destruindo algumas.

O jornal *O Rio-Negrense* comenta ainda sobre uma inundação ocorrida por volta do ano de 1862 e que teria alcançado proporções semelhantes ou maiores que a de 1891, porém, não se têm registros documentados, apenas lembranças de moradores. As demais inundações registradas nos anos de 1898, 1910, 1913 e 1925, tiveram também grandes proporções, invadiram a cidade e causaram danos, porém, com magnitudes sempre inferiores aos da inundação de 1891.

No ano de 1922 a cidade de Rio Negro passou a fazer os registros de precipitação e no ano de 1930 a fazer os registros de cota e vazão do rio Negro. Observando esta série histórica nota-se que desde que esses registros oficiais começaram a ser feitos, o rio Negro teve várias cheias com diferentes intensidades e que certamente causaram transtornos na cidade.

Quadro 1- Data de ocorrência dos episódios de inundação na cidade de Rio Negro com base na série histórica da estação fluviométrica de Rio Negro (1930-2011).

Ano	Mês	Cota (m)	Ano	Mês	Cota (m)	Ano	Mês	Cota (m)
1935	Out	7,70		Dez	8,58	1995	Jul	8,30
1938	Jul	7,82	1982	Nov	7,23	1996	Jul	8,11
1939	Nov	6,93	1983	Maio	8,26	1997	Jan	7,01
1946	Fev	7,94		Jun	7,85		Out	7,84
1948	Ago	7,30		Jul	14,57	1998	Jan	7,13
1953	Out	8,91		Ago	7,78		Abr	7,68
1954	Maio	10,10	Set	8,94	Ago		8,74	
1955	Maio	7,87	1984	Ago	10,08		Set	7,35
1957	Ago	9,22	1987	Maio	7,50	Out	7,57	
1961	Nov	7,10	1988	Maio	7,34	1999	Jul	9,84
1970	Dez	8,03	1989	Set	8,24	2005	Set	7,44
1971	Jan	7,15	1990	Jan	7,09	2007	Maio	7,48
	Jun	7,13		Jun	7,78	2009	Out	9,24
1973	Jun	7,54		Jul	7,75	2010	Jan	7,92
	Ago	8,59	1992	Jun	14,42		Abr	10,47
1975	Out	7,13	Jul	7,38	Dez		6,96	
	Nov	7,38	1993	Set	7,10	2011	Ago	7,70
1980	Ago	7,48	Out	8,40	Set	9,84		

Fonte:  guas Paraná.

A inundação de 1891 figurou como a maior inundação na cidade até o ano de 1983 quando, no mês de julho, o rio Negro voltou a alcançar o nível da ponte metálica. Conforme o marco instalado na cidade vizinha de Mafra, um obelisco localizado próximo ao rio Negro, na Praça do Expedicionário, mostra que o nível das águas do rio chegou à marca de 14,57 m de lâmina de água no dia 13 de julho de 1983.

No ano de 1992 novamente o rio Negro causa uma grande inundação. Nesse episódio o rio atingiu a marca de 14,42 m de lâmina de água no dia 02 de junho de 1992, apenas 15 centímetros a menos que a inundação de 1983.

No ano de 1993 as prefeituras das cidades de Mafra/SC e Rio Negro/PR,   exemplo da cidade de União da Vitória/PR, criam sob forma de lei a Comissão Regional de Prevenção Contra as Cheias do Rio Negro – CORPRENE. Como resultado dos trabalhos dessa comissão, foi escrito um documento apenas com circulação local, publicado em setembro de 2005, cujo título *Histórias e Registros de Nossas Grandes Enchentes*, aborda os principais aspectos relacionados com as inundações nas cidades de Mafra e Rio Negro, dando ênfase as grandes cheias ocorridas nos anos de 1983 e 1992, as maiores da história recente dos municípios. Neste material encontram-se alguns relatos históricos resgatados de livros, alguns dados numéricos sobre registros pluviométricos e cotas de rio e também algumas fotos antigas. Apesar de não trazer uma análise aprofundada sobre as inundações causadas pelo rio Negro nas cidades de Mafra e Rio Negro, este documento é de grande importância pela iniciativa da sociedade e pela reunião de informações como um primeiro estudo relacionado ao entendimento das inundações.

Fazendo a análise nos dados dos 81 anos da série histórica da estação fluviométrica Rio Negro, tem-se 54 registros das cotas do rio Negro acima dos 6,90 m de lâmina de  gua. Contudo, estes 54 registros de eventos de inundação estão divididos em 34 anos de ocorrência, ou seja, em muitos anos foram registradas mais de um evento de inundação com o rio Negro ultrapassando a cota dos 6,90 m mais de uma vez ao longo dos doze meses. Fazendo uma rela o entre número de eventos de inundação e os 81 anos de registros de série histórica, a cidade de Rio Negro apresenta uma média de uma inundação a cada um ano e meio.

Especializa o da inunda o ocorrida no ano de 1983

A inunda o ocorrida em julho de 1983 foi a que teve o maior registro de subida das águas do rio Negro desde 1930 quando começaram a ser feitos os registros de vazão e cota do rio. Este episódio de inunda o foi precedido por dois episódios menores de inunda o, em maio e junho, que resultaram em uma subida de 14,57 m das águas do rio Negro e que posteriormente também foi sucedida por outras duas inunda es, em agosto e setembro, de menores proporções. No ano de 1992, no mês de junho, o rio Negro causa mais um episódio de inunda o com características semelhantes, com o rio alcançando a marca de 14,42 m de lâmina de água, apenas 15 cm de diferença entre os dois episódios. Ao contrário da grande inunda o de 1983, no ano de 1992 a inunda o foi apenas sucedida por um evento de inunda o de pequenas proporções. Estes dois grandes episódios de inunda o, com semelhantes características, tiveram as águas do rio Negro alcançando o nível da ponte metálica (Figura 2). Situa o também descrita nos relatos sobre a inunda o ocorrida no ano de 1891 conforme consta no jornal *O Rio-Negrense*.

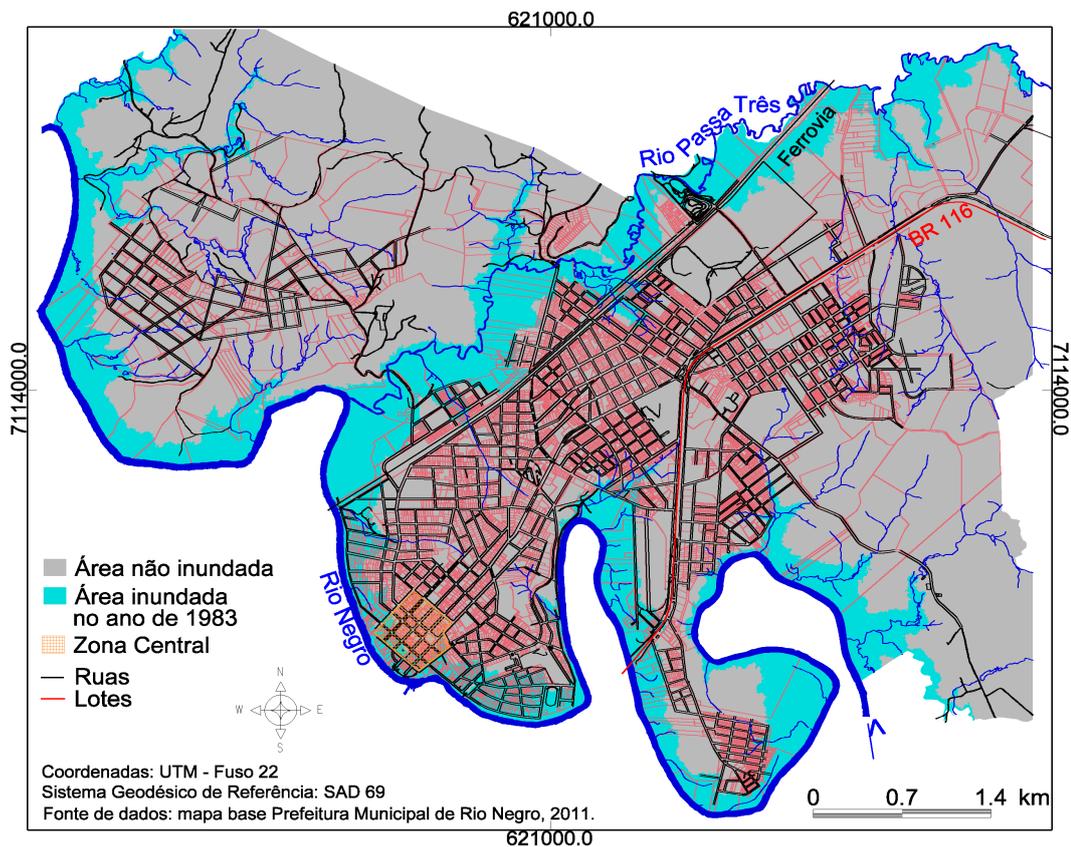
Figura 2- Fotografia mostrando o rio Negro alcançando o nível da ponte metálica na inundação ocorrida no ano de 1983.



Fonte: Disponível em <<http://clickriomafra.com.br/historia/enchentes-com-a-furia-do-rio-negro>>.

Com base na cota alcançada pelo rio Negro na inundação de 1983 foi elaborado um mapa representando os locais inundados pelos rios Negro e Passa Três (Figura 3). De acordo com as cartas da cidade de Rio Negro, o zero da régua do rio Negro corresponde à altitude de 766 m. Como o rio Negro atingiu a cota de 14,57 m no ano de 1983, a altitude máxima alcançada pela inundação na área urbana da cidade foi de 780,57 m. Essa mancha de inundação também representa os locais inundados nas inundações de 1891 e 1992, considerando que nesses três episódios o rio alcançou níveis semelhantes.

Figura 3 - Mapa de mancha da inundação espacializando as áreas atingidas pela inundação ocorrida no ano de 1983.



Geografia Ensino & Pesquisa, v. 17, n.3, p. 175-190, set./dez. 2013.

Köene, R.

Conforme o mapa da mancha da inundação na cidade de Rio Negro, nota-se que várias ruas e lotes foram atingidos pelas águas principalmente aquelas localizadas próximas a área central da cidade. A mancha de inundação ocupou 9 km² ou aproximadamente 25% de toda a área urbana da cidade de Rio Negro. Com o mapa de mancha de inundação também é possível observar que cerca de 1.000 lotes urbanos, lotes residenciais, são atingidos atualmente quando o rio alcança a marca de 14,57 m de lâmina de água. Ainda de acordo com o mapa, é notável que as áreas inundadas estão próximas as margens dos rio Negro e Passa Três e que algumas áreas atingidas, apesar de estarem no sítio urbano, são grandes lotes utilizados, provavelmente, para o uso agrícola o que não afeta diretamente muitas pessoas. Apesar de serem menores as áreas de inundação que apresentam pequenos lotes, o que configura zonas residenciais, é grande a concentração de pessoas nesses locais.

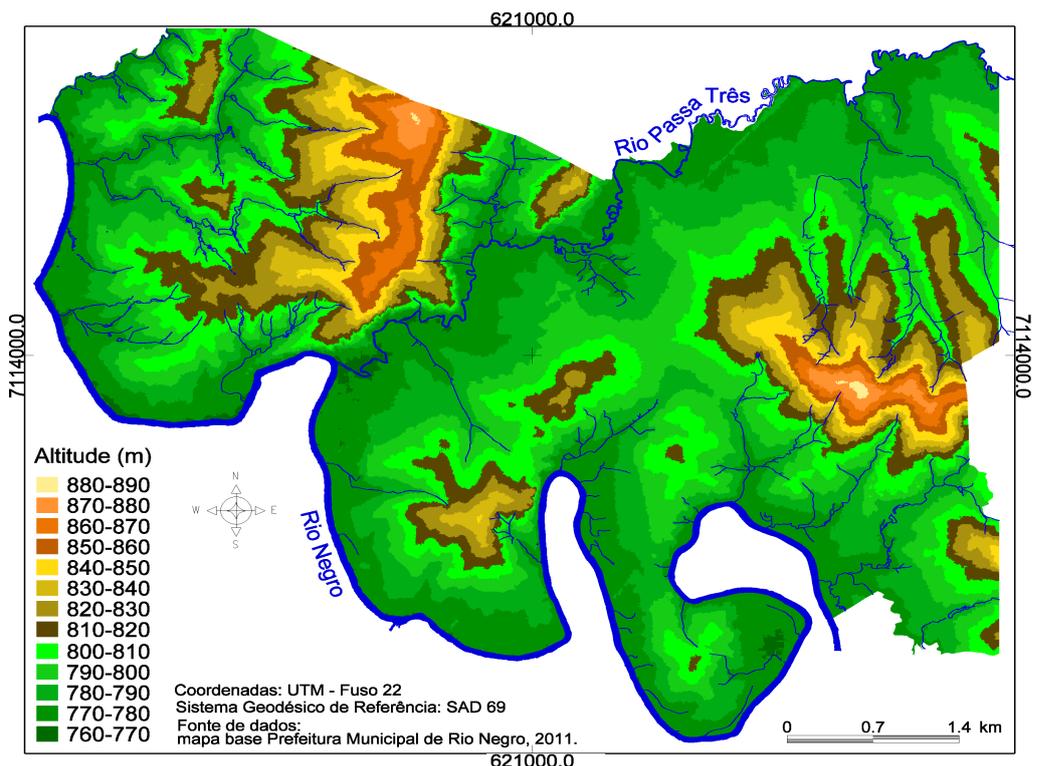
Geomorfologia da cidade de Rio Negro

O município de Rio Negro tem toda a sua área localizada sobre as rochas sedimentares do Grupo Itararé (Carbonífero-Permiano Inferior) constituído pelas formações Rio do Sul, Mafra e Campo do Tenente. O Grupo Itararé é formado por arenitos, folhelhos, siltitos, diamictitos e ritimitos originados em ambientes marinhos, fluviais e glaciais. (MINEROPAR, 2001).

A geomorfologia do município é representada, quase que na totalidade, pela Sub-unidade Morfoescultural do Segundo Planalto Paranaense, o Planalto do Guatá. Nesta sub-unidade predominam declividades menores que 6% sendo que no restante da sub-unidade as declividades não ultrapassam os 30% com altitudes variando entre 780 e 980 m cujas formas predominantes são topos alongados, vertentes retilíneas e vales em “v”. (MINEROPAR, 2006).

A cidade de Rio Negro apresenta altitudes variando entre 760 m e 890 m com as áreas mais baixas localizadas próximas as margens dos rios Negro e Passa Três (Figura 4). As maiores altitudes concentram-se nos topos de três espigões principais (um a leste com orientação NW-SE e os outros dois na porção central e oeste com orientações próximas á NE-SW) que juntos com as vertentes e as áreas planas próximas aos rios, compõem o relevo da cidade de Rio Negro.

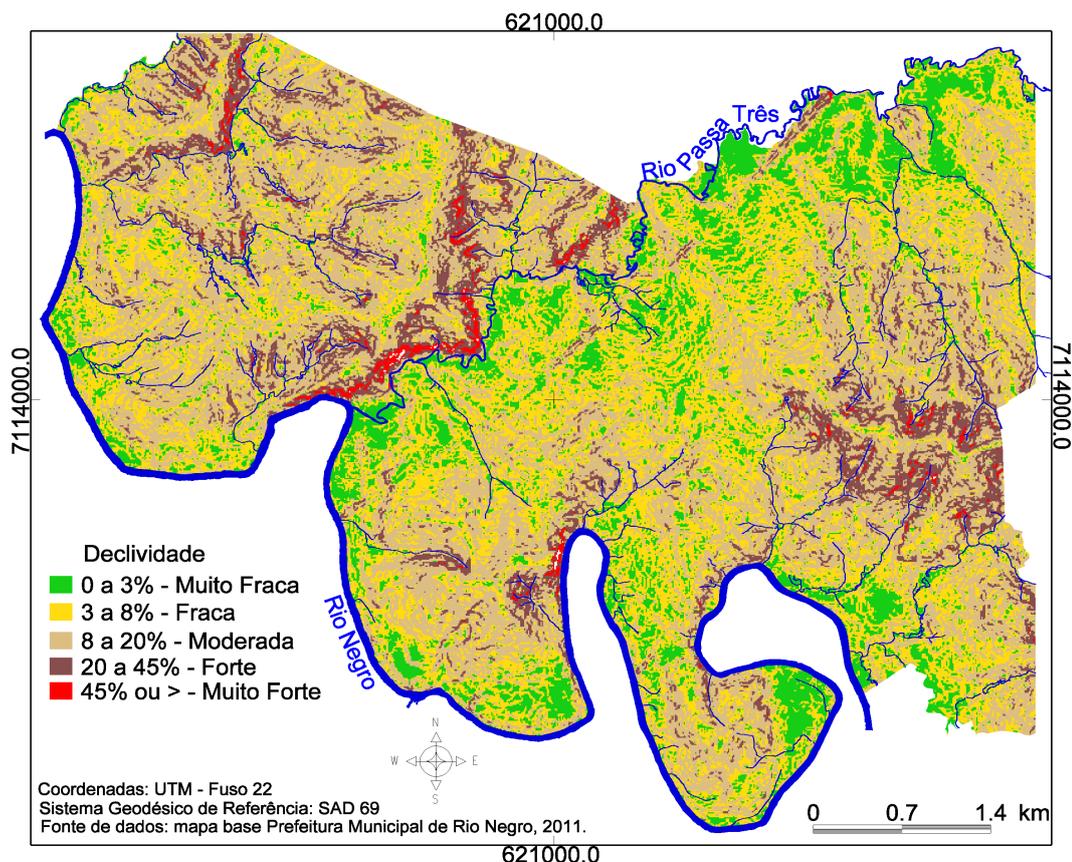
Figura 4 -Mapa de altimetria da cidade de Rio Negro.



Para auxiliar na interpretação do relevo da cidade de Rio Negro também foi elaborado um mapa de declividade. O mapa mostra que visualmente na área urbana a maior parte das declividades concentram-se entre 0% e 20% e que as declividades entre 20% e >45% ocupam apenas algumas faixas do sítio urbano (Figura 5).

As declividades entre 0% e 8% consideradas Muito Fracas e Fracas encontram-se principalmente em áreas próximas às margens dos rios Negro e Passa Três o que representam locais com superfícies planas. A declividade com porcentagens entre 8% e 20% ocorre nas áreas mais afastadas dos rios representando declividades Moderadas. E as declividades Forte e Muito Forte, entre 20% e >45%, ocupam pequenas áreas com destaque para uma ocorrência paralela a margem direita do baixo curso do rio Passa Três.

Figura 5 -Mapa de declividade da cidade de Rio Negro.

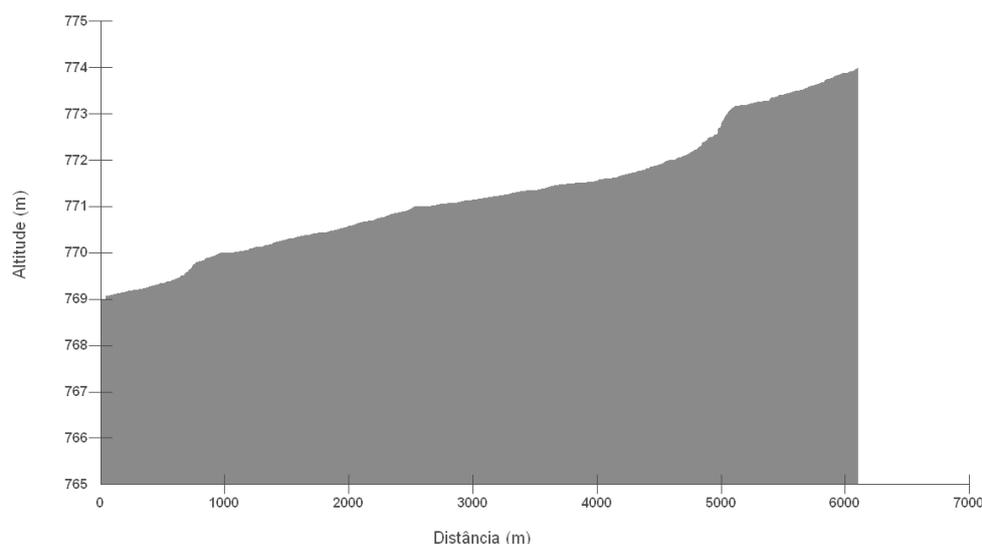


Fonte: elaborado pelo autor.

Como a maioria da área urbana apresenta declividades baixas, isso favorece a propagação das inundações para o interior da cidade avançando sobre os locais planos e pelos canais fluviais. O rio Passa Três, rio de maior porte na área urbana com uma extensão total de 33 km, deságua diretamente no rio Negro com gradiente altimétrico de 1,2 m por km no seu baixo curso, são 5 m de diferença altimétrica nos seus últimos 6 km de curso (Figura 6).

As baixas declividades localizadas ao longo da margem esquerda do rio Passa Três associadas ao seu baixo gradiente altimétrico fazem com que a água drenada pelo rio seja barrada pela cheia do rio Negro causando inundações ao longo do seu canal.

Figura 6 -Perfil longitudinal do baixo curso do rio Passa Três.



Fonte: elaborado pelo autor.

Com a finalidade de reconhecer o relevo das áreas próximas ao canal do rio Negro foram traçados perfis para representarem as formas de relevo. Os dez perfis traçados perpendicularmente ao canal do rio Negro na área urbana de Rio Negro indicam as formas de relevo e as altitudes que ocorrem possibilitando a identificação das unidades geomorfológicas existentes (Figura 7).

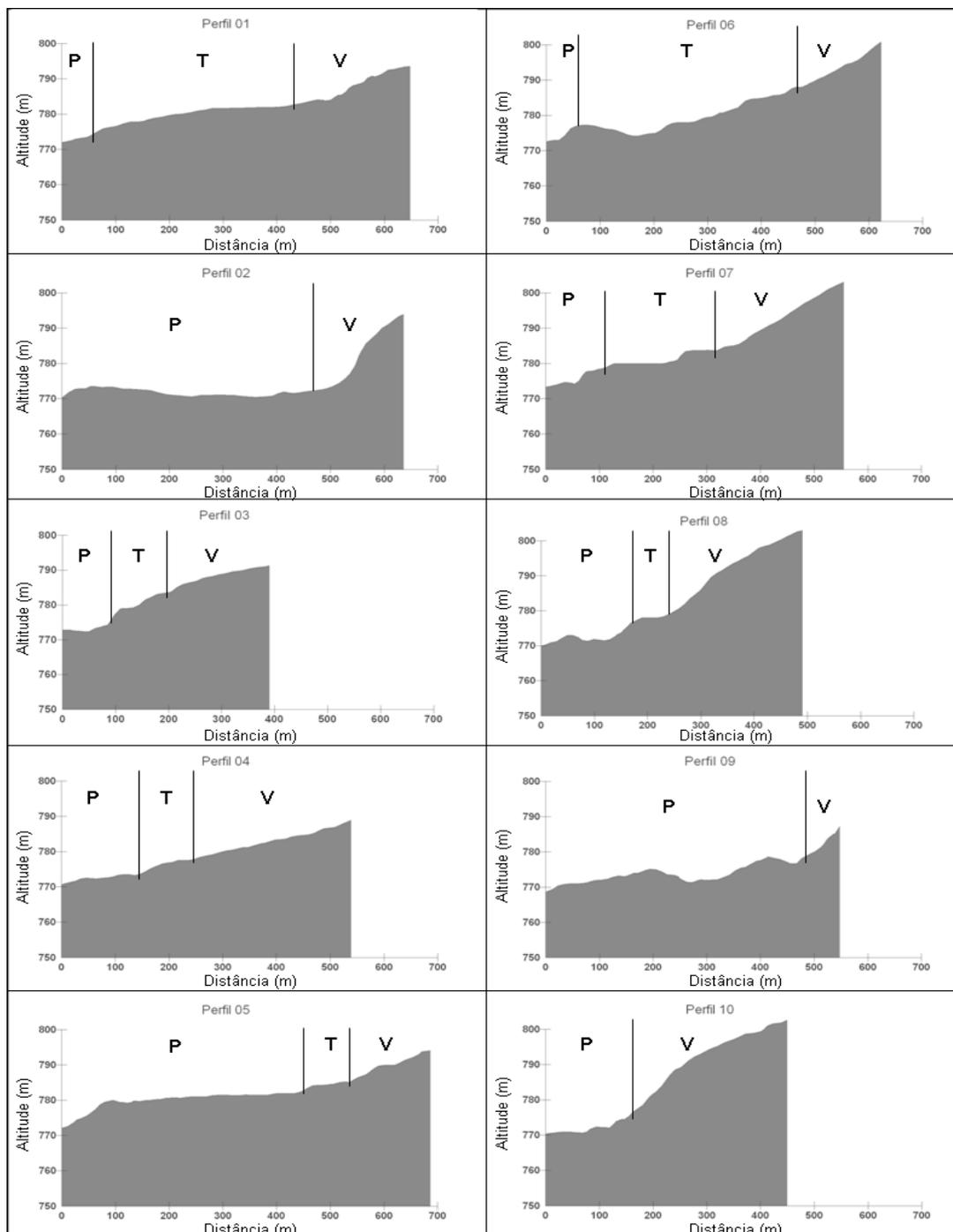
Analisando os mapas de altimetria, declividade e os perfis do relevo da área urbana de Rio Negro foi possível notar três principais unidades do relevo que se diferenciam pelas formas e pelas diferentes altitudes de ocorrência:

- Planícies de inundação (P): corresponde às áreas mais planas e baixas, localizadas junto às margens dos rios. As planícies de inundação “são áreas planas resultantes de acumulação fluvial sujeitas a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais.” (IBGE, 2009). Segundo a definição hidrológica e geomorfológica de Christofolletti (1981, 1980), a planície de inundação é uma faixa do relevo paralela ao canal fluvial composta por sedimentos aluviais que é inundada pelo transbordamento do rio com certa frequência e que apresenta configuração topográfica específica relacionada com as águas fluviais, depósitos sedimentares e formas de relevo associadas com as cheias e a vazantes.

Na cidade de Rio Negro as planícies de inundação estão localizadas junto às margens dos rios Negro e Passa Três ocupando 11% de toda a área urbana, com ocorrência entre as altitudes de 770 m e 778 m com uma pequena variação de 1 m ou 2 m de altitude dependendo da localização. Estas áreas são, de um modo geral, planas com uma suave inclinação positiva no sentido transversal a margem do canal fluvial.

- Terraços fluviais (T): estas formas de relevo apresentam superfícies planas com acentuadas rupturas em forma de patamares. De acordo com Guerra (2003, p. 601) os terraços fluviais possuem “superfície horizontal ou levemente inclinada, constituída por depósito sedimentar, ou superfície topográfica modelada pela erosão fluvial”. Segundo Christofolletti (1981, p. 253) “quando os terraços são delimitados por outros terraços, no perfil transversal do vale forma-se uma sucessão de superfícies escalonadas, desde a planície de inundação até a vertente do vale”.

Figura 7 -Perfis topográficos da margem direita do rio Negro na área urbana da cidade de Rio Negro. A letra “P” representa as planícies de inundação, as letras “T” representam os terraços fluviais e as letras “V” representam as vertentes retilíneas.



Fonte: elaborado pelo autor.

Os terraços fluviais apresentam escarpa com a face voltada para o curso de água, que segue abrangendo as porções mais baixas ou a planície de inundação sendo limitada, em direção ao interflúvio, pela vertente do vale e podem ser definidos como antigas planícies de inundação abandonadas, localizadas em altitudes superiores ao curso de água atual onde encontram-se livres das inundações mais recorrentes, exceto aquelas de maior magnitude que possuem um tempo de retorno mínimo de 10 anos. (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Na cidade de Rio Negro os terraços fluviais encontram-se distribuídos em áreas irregulares e descontínuas em decorrência de processos erosivos, principalmente de origem

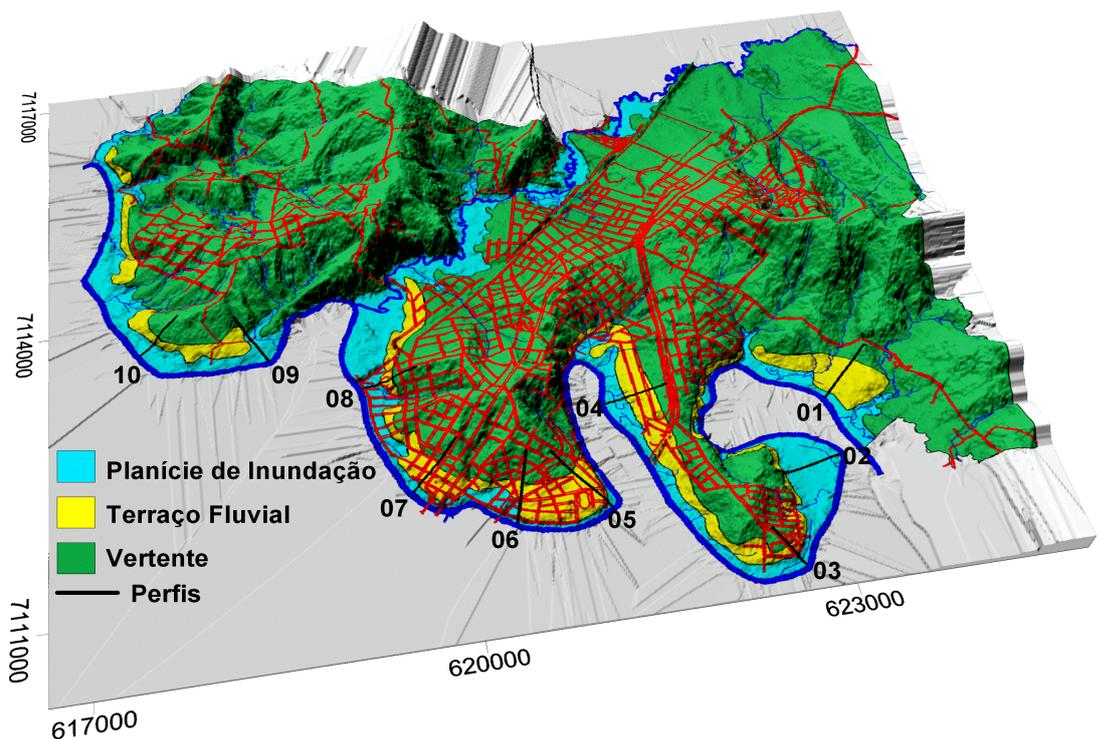
fluvial, podendo apresentar dois patamares indicando dois estágios de processos erosivos. Localizam-se entre a planície de inundação e as vertentes retilíneas, em geral, entre as cotas 778 m e 785 m ocupando 7% de toda a área urbana.

- Vertentes (convexas/côncavas) (V): correspondem as áreas mais altas do relevo da cidade com altitudes superiores a 785 m onde o relevo ganha acentuada inclinação positiva caracterizando as vertentes. Em geral, localizam-se acima da altitude de 785 m ocupando a maior parte da área urbana, 82%. Estas vertentes estão integradas aos topos alongados que formam espigões na área urbana de Rio Negro com diferentes orientações modelados sobre as rochas do Grupo Itararé.

Nem sempre as unidades geomorfológicas ocorrem exatamente nas mesmas cotas de altitude, pode haver pequenas alterações dependendo do local analisado e dos processos erosivos. Mas, de um modo geral, as unidades geomorfológicas acima descritas ocorrem próximas às cotas mencionadas.

A partir da análise dos mapas e perfis e da identificação das unidades geomorfológicas presentes na cidade de Rio Negro, foi elaborado um mapa tridimensional espacializando as unidades geomorfológicas na área urbana da cidade (Figura 8).

Figura 8 - Mapa tridimensional da cidade de Rio Negro destacando suas unidades geomorfológicas e a localização dos dez perfis traçados.



Nota: a numeração de 01 á 10 indica a localização dos perfis representados na Figura 7.

Fonte: elaborado pelo autor.

Conclusões

A cidade de Rio Negro apresenta um histórico bastante longo de ocorrência de inundações, como pode ser observado nos registros históricos do município e na série histórica da estação fluviométrica Rio Negro. A inundação ocorrida no ano 1891, segundo o jornal *O Rio Negrense* foi a que apresentou a maior magnitude durante 92 anos, com as águas do rio Negro alcançando o nível da ponte metálica, mesmo nível posteriormente alcançado pelo rio

nos anos de 1983 e 1992. A ocorrência dessas três inundações com magnitudes semelhantes em um período próximo de cem anos demonstra que as inundações não são condicionadas por fatores antrópicos, mas são decorrentes da dinâmica natural do rio quando a sua bacia hidrográfica é atingida por chuvas excepcionais. Caso contrário, a incidência de inundações de grande magnitude, como as de 1891, 1983 e 1992, seria maior apenas nos anos mais recentes.

A frequência com que as inundações atingem a cidade de Rio Negro está relacionada com a localização do sítio urbano do município. A área urbana de Rio Negro se desenvolveu, desde as primeiras povoações, sobre a planície fluvial do rio Negro, ocupando a planície de inundação e os terraços fluviais, locais periodicamente inundados pelo transbordamento das águas do rio Negro. Além da ocupação das margens do rio Negro, também favorece a ocorrência das inundações no interior da cidade a característica da área urbana de apresenta um relevo com baixas declividades o que auxilia na propagação das inundações principalmente através dos canais fluviais, como o rio Passa Três.

Com a espacialização da mancha de inundação é possível notar que os locais inundados são respectivamente aqueles que geomorfologicamente estão suscetíveis ao transbordamento das águas dos rios, principalmente a planície de inundação inundada com mais frequência e os terraços fluviais inundados apenas por inundações de grande magnitude por ocuparem altitudes superiores.

Como as inundações na cidade de Rio Negro são frequentes, oriundas de condicionantes naturais e provocadas pela ocupação irrestrita da planície fluvial do rio Negro, a proposição de medidas de controle para esse problema, devem ser feitas considerando ações não estruturais, procurando adequar as normas de uso e ocupação do município e buscando formas harmônicas de convivência entre a população e as inundações.

Referências

- AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 2 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012. cap. 3. p. 39-52.
- ARBIGAU, L.; LEÃO, E. A.; NEGRÃO, F. P. D.; PEREIRA, A. N.; AELDERT, C. L.; HAUER-JUNIOR, J.; ESTEVES, J. O.; TACLA, P.; GROFF, J. B. **Paraná – Santa Catarina: Centenário da Colonização Alemã**. Rio Negro-Mafra 1829-1929. 1. ed. Curitiba: Empresa Editora Oliveiro, 1929. 196 p.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres: desastres naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. v. 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.
- D'ALMEIDA, R. **História de Rio Negro – Estado do Paraná**. 1.ed. Rio Negro: sem editora, 1976. 147 p.
- FERREIRA, J. C. V. **O Paraná e seus municípios**. 1. ed. Maringá: Memória Brasileira, 1996. 728 p.
- GIGLIO, J. N.; KOBAYAMA, M. Uso de registros históricos para análise de inundações: estudo de caso do município de Rio Negrinho. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió: ABRH, **Anais...**, CD-rom, 17p, 2011.
- GOERL, R. F.; KOBAYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa, **Anais...** 2005.
- GOERL, R. F.; KOBAYAMA, M.; PELLERIN, J. R. G. M. **Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho – SC**. Boletim de Geografia, Maringá. v. 30, n. 1, p 81-100, 2012.
- GUERRA, A. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652 p.

- IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.
- JORNAL “O RIO-NEGRENSE”. Edição do Centenário de Rio Negro 1829-1929. Sem página. Jornal mensal sob a orientação de José Maximiliano de Faria Netto. Primeiro número: 6/11/1898. Material retirado dos arquivos da Biblioteca Pública Municipal “Professor Venceslau Muniz”, Rio Negro/PR. Documento nº 13.557.
- KÖENE, R.; THOMAZ, E. L. Mapeamento de áreas de inundação na cidade de Rio Negro/PR. In: Congresso Brasileiro Sobre Desastres Naturais, 2012, Rio Claro/SP, **Anais...** 2012.
- KÖENE, R. A influência do relevo da bacia hidrográfica do rio Negro nas inundações graduais ocorridas na cidade de Rio Negro/PR. In: IX Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, Rio de Janeiro, **Anais...** 2012.
- MALUTTA, S.; KOBİYAMA, M. Análise do período de retorno das últimas inundações na bacia hidrográfica do Rio Negrinho. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió: ABRH, **Anais**, CD-rom, 14p, 2011.
- MINEROPAR. **Atlas geológico do Estado do Paraná**. Curitiba: Minerais do Paraná S/A, 2001.
- MINEROPAR. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná – Escala 1:250.000**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.
- RODYCZ, W. C.; SCHALINSKI, A.; LANDOWSKI, D.; GAIO, E. O.; MACIESKI, I.; KOLLROSS, I.; KUTELAK, I.; KOPYTOWSKI, J.; BIERNASKI, L.; ROSA, M. T.; WACHOWICZ, R.; NEUDORF, S.; SCHR, Z. M. **Colônia Lucena – Itaiópolis: Crônica dos Imigrantes Poloneses**. 1. ed. Florianópolis: BRASPOL, 2002. 559 p.
- TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. 1 ed. :Ministério das Cidades, 2005. 269 p.
- ZANCOPE, M. H. C. Riscos e danos ambientais no contexto da geomorfologia. In: LIMA-GUIMARÃES, S. T.; CARPI-JUNIOR, S.; GODOY, M. B. R. B.; TAVARES, A. C. **Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais**. 1 ed. Rio Claro: IGCE/UNESP/RIOCLARO, 2012. cap. 13. p. 328-356.

Correspondência:

Rafael Köene - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Campus Uvaranas. Av. Carlos Cavalcanti, 4748 - CEP: 84.030-900 - Ponta Grossa (PR).

E-mail: rafaelkoene@hotmail.com

Recebido em 18 de março de 2013.

Revisado pelo autor em 23 de maio de 2013.

Aceito para publicação em 30 de maio de 2013.