

# SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA NO ESPAÇO URBANO DE PONTA GROSSA, PR

Mário Sérgio de MELO <sup>1</sup>, Carla Valéria MEDEIROS <sup>2</sup>, Paulo César Fonseca GIANNINI <sup>3</sup>,  
Maria Judite GARCIA <sup>4</sup>, Luiz Carlos Ruiz PESSENDA <sup>5</sup>

(1) Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Av. Carlos Cavalcanti, 4748 - Uvaranas. CEP 84.030-000. Ponta Grossa, PR. Endereço eletrônico: msmelo@uepg.br. (2) Curso de Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Av. Carlos Cavalcanti, 4748 - Uvaranas. CEP 84.030-000. Ponta Grossa, PR. (3) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Rua do Lago, 562 - Butantã. CEP 05.508-080. São Paulo, SP. Endereço eletrônico: pgiannini@usp.br. (4) Laboratório de Geociências, Universidade Guarulhos. Praça Tereza Cristina, 01, Centro. CEP 07.023-070. Guarulhos, SP. Endereço eletrônico: geo@ung.br. (5) Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Av. Centenário 303. CEP 13.416-903. Piracicaba, SP. Endereço eletrônico: pessenda@cena.usp.br.

Introdução  
Métodos e Técnicas  
Caracterização do Sítio Urbano  
    Substrato Geológico  
    Geomorfologia  
    Clima  
Sedimentação Quaternária  
    Leques Aluviais  
    Rampas Colúvio-Aluvionares  
    Terraços Aluviais  
    Planícies Aluviais  
Análises Palinológicas dos Sedimentos Quaternários  
Paleoclimas e Principais Fases de Sedimentação Quaternária  
Conclusões  
Agradecimentos  
Referências Bibliográficas

**RESUMO** - O substrato geológico de Ponta Grossa apresenta arenitos da Formação Furnas (Devoniano), folhelhos da Formação Ponta Grossa (Devoniano), arenitos e diamictitos do Grupo Itararé (Carbonífero Superior) e intrusivas básicas relacionadas ao Magmatismo Serra Geral (Cretáceo). Sedimentos quaternários (em leques, rampas colúvio-aluviais, terraços e planícies aluviais) são comuns, indicando fases pré-atuais de entulhamento dos talwegues. Estes depósitos assumem importância, ora por constituírem a matéria-prima para muitas olarias locais, ora por se apresentarem entalhados pela drenagem, sujeitando-se a processos erosivos ativos. Constituem acumulações superficiais delgadas e descontínuas, formadas pela alternância de materiais de origem aluvial e gravitacional ou coluvial, com acentuada variação textural. A presença de minerais instáveis (clinoclóro e siderita) em alguns depósitos é sugestiva de gênese a partir da erosão de rocha-matriz pouco alterada, possivelmente durante fases de bio-resistência, com exposição do substrato rochoso, sob condições de climas pouco propícios ao intemperismo químico. Análise palinológica preliminar permitiu identificar retrabalhamento de material devoniano, bem como variada assembléia quaternária (fungos, algas, briófitas, pteridófitas, gimnospermas, angiospermas), com dominância de gramíneas. Esta assembléia sugere condições paleoclimáticas secas, comportando curta estação mais quente e úmida. Datações radiométricas de restos vegetais, com idades desde 1.160 anos AP até mais de 40.000 anos AP (limite do método), sugerem a ocorrência de várias fases de acumulação ao longo do Holoceno e final do Pleistoceno, associadas com acentuada denudação das encostas e entulhamento dos talwegues. Encostas festonadas, anfiteatros, encostas íngremes retilíneas, páleo-ravinas, leques e terraços aluviais constituem paleofeições erosivas e de acumulação das mesmas fases. A natureza dos depósitos, sua situação na paisagem e as datações radiométricas disponíveis permitem interpretar duas fases principais de sedimentação, uma no final do Pleistoceno (em torno de 16.000 anos AP), outra no Holoceno médio (compreendendo datações entre 2.940 e 4.750 anos AP).

**Palavras-chave** : Sedimentação quaternária; riscos geológicos; processos erosivos; paleoclimas quaternários; geologia urbana.

**ABSTRACT** - *M.S de Melo, Carla V. Medeiros, P.C.F. Giannini, M.J. Garcia, L.C.R. Pessenda - Quaternary Sedimentation in Ponta Grossa, Paraná State, Southern Brazil.* The city of Ponta Grossa is placed in the Southeastern Paraná state, Southern Brazil, over sedimentary rocks of the Furnas and Ponta Grossa formations (Devonian) and of the Itararé Group (Carboniferous) of the Paraná Basin. These rocks emplace diabase sills and dykes related to the Serra Geral Magmatism (Cretaceous). Quaternary sediments are common (as colluvial-eluvial ramps, fans, terraces and alluvial plains), indicating phases of thalweg silting. These deposits assume importance because they constitute the raw material for many local brickyards and because they are subjected to active erosive processes. The Quaternary sediments are thin and discontinuous, showing alternation of alluvial and gravitational material, with accentuated textural variation. Unstable minerals (clinocllore and siderite) present in some of the deposits suggest genesis during phases of bio-rhesistasy, with denudation of the rocky substratum, under climate conditions little propitious to weathering. Preliminary palynological analysis allow to identify Devonian material reworking as well as varied Quaternary taxa (mushrooms, algae, bryophytes, pteridophytes, gymnospermous, angiospermous), with dominance of gramineous, suggesting dryer paleoclimatic conditions during accumulation, with a short hotter and humid season. <sup>14</sup>C dates of vegetable remains indicated ages from 1,160 years BP to more than 40,000 years BP (method limit) for the Quaternary covers, indicating that the accumulation took place in several phases along Holocene and Pleistocene's final. Festoon hillsides, amphitheaters, rectilinear steep hillsides, paleo-ravines, fans and alluvial terraces constitute erosive and accumulation paleoforms of these paleoclimatic phases. The deposits attributes, their situation in the landscape and the available radiometric dates allow to interpret two main sedimentation phases, one at the end of the Pleistocene (about 16,000 years BP), other in the middle of the Holocene (comprising dates ranging from 2,940 to 4,750 years BP).

**Keywords**: Quaternary deposits; geological hazards; erosive processes; quaternary paleoclimates; urban geology.

## INTRODUÇÃO

Ponta Grossa é uma cidade média, com cerca de 250.000 habitantes em seu espaço urbano, localizada cerca de 120 km a noroeste de Curitiba, no Estado do Paraná (Figura 1). O sítio urbano apresenta características singulares. O centro situa-se num alto topográfico de onde diverge rede de drenagem radial, formada por arroios tributários dos rios Tibagi, Verde e Pitangui (este ao norte de Ponta Grossa, fora dos limites da Figura 1). A cidade expandiu-se, inicialmente, pelos divisores das bacias dos arroios, com os eixos urbanos compondo geometria radial. Nas últimas décadas tem-se observado a ocupação de terrenos íngremes nas

cabeceiras dos arroios e de áreas inundáveis em suas planícies aluviais, ambas sujeitas à ocorrência de processos erosivos importantes (boçorocas, escorregamentos, *piping* e colapsos associados, solapamento e desmoronamento de margens fluviais), acelerados pela ocupação irregular.

Os estudos enfocando os sedimentos quaternários no espaço urbano de Ponta Grossa objetivaram caracterizar e mapear os processos deposicionais e erosivos e seus principais fatores condicionantes, bem como apontar ações preventivas e corretivas no âmbito do poder público municipal.

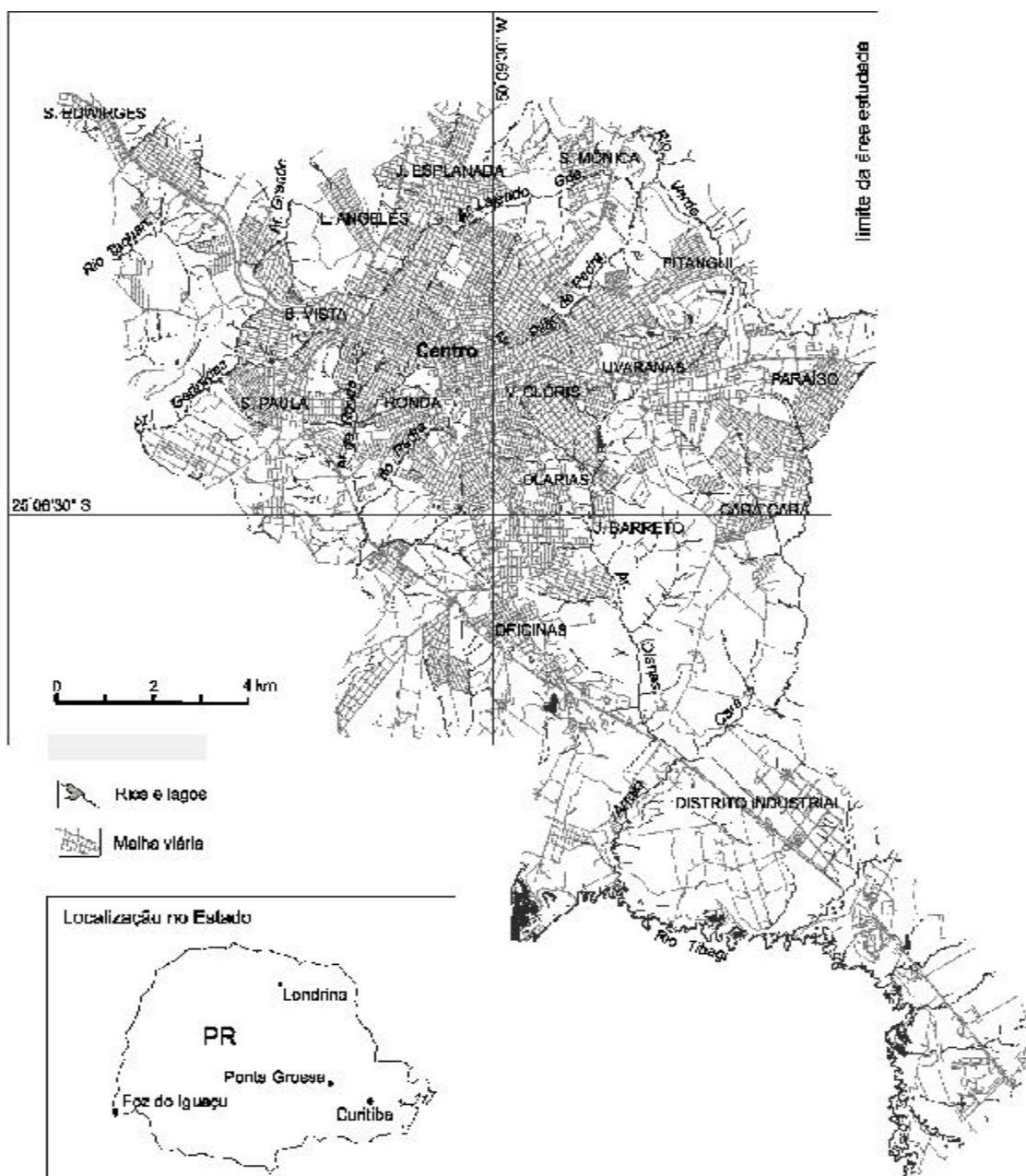


FIGURA 1. Espaço urbano de Ponta Grossa e área com sedimentos quaternários estudados.

## MÉTODOS E TÉCNICAS

Os estudos realizados constaram de: cadastro de ocorrências de processos erosivos (imprensa, Prefeitura Municipal), compilação e análise bibliográfica (processos erosivos, sedimentação e paleoclimas quaternários, legislação urbana), fotointerpretação em escala 1:8.000 (FAMEPAR, 1995), levantamentos de campo, análises laboratoriais e integração dos dados.

Nos levantamentos de campo foram elaboradas seções colunares dos depósitos mais representativos, de modo a permitir sua classificação quanto à constituição, gênese, idade e situação no relevo.

As análises laboratoriais compreenderam: sedimentologia (granulometria, com cálculo de parâmetros estatísticos segundo a técnica analítica dos momentos de Pearson, mineralogia via óptica de pesados e difratometria de raios X da fração argila), realizada no Instituto de Geociências da USP; palinologia, realizada no Laboratório de Geociências da Universidade Guarulhos (UnG); datações radiométricas, realizadas no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)/ Universidade de São Paulo e no Beta Analytic Inco. (Florida, EUA).

## CARACTERIZAÇÃO DO SÍTIO URBANO

Ponta Grossa situa-se na bacia hidrográfica do Rio Tibagi, o qual tem suas nascentes nas bordas do Segundo Planalto Paranaense. Este planalto, que constitui um dos degraus do relevo escalonado do Estado do Paraná, apresenta topos nivelados entre 1.100 e 800 m, com suave caimento para oeste e noroeste, para onde flui a drenagem regional.

O Segundo Planalto é sustentado pelas unidades sedimentares paleozóicas da Bacia do Paraná, com intrusivas básicas mesozóicas associadas. As principais características do meio físico do sítio urbano que interessam diretamente para o entendimento da sedimentação quaternária são descritas a seguir.

### SUBSTRATO GEOLÓGICO

As unidades geológicas que aparecem no espaço urbano de Ponta Grossa são as formações Furnas e Ponta Grossa (Devoniano), o Grupo Itararé (Carbonífero Superior), soleiras e diques de diabásio relacionados com o Magmatismo Serra Geral (Cretáceo) e as coberturas sedimentares quaternárias (Figura 2).

A Formação Furnas ocorre nos limites leste e nordeste da cidade. É representada por arenitos médios a grossos, feldspáticos e/ou caulínicos, com intercalações de conglomerados e arenitos conglomeráticos quartzosos. Os arenitos apresentam marcante estruturação em séries (*sets*) de estratificação cruzada planar, tangencial na base ou acanalada. Tais séries, com geometria tabular, lenticular ou cuneiforme, apresentam espessura de até 5 m.

As rochas sedimentares atribuídas à Formação Ponta Grossa são constituídas predominantemente de folhelhos e argilitosossilíferos com estratificação subhorizontal, dispostos na forma de camadas com espessura métrica a decamétrica. Secundariamente ocorrem leitos de areia fina, com espessura métrica a submétrica. Apresentam-se na forma de camadas

relativamente delgadas, ou lentes lateralmente descontínuas.

As rochas sedimentares atribuídas ao Grupo Itararé são representadas principalmente por arenitos finos a médios, rosados, com diamictitos subordinados. O Grupo Itararé aparece num bloco de falhas rebaixado de direção geral NE-SW, embutido na Formação Ponta Grossa e, na parte noroeste da cidade, em outeiros preservados da erosão (Figura 2).

As rochas sedimentares encaixam alguns corpos concordantes e discordantes de diabásio com espessura variável de poucos metros a algumas dezenas de metros. O diabásio, com composição e estrutura homogênea, apresenta variação de textura desde muito fina até média (cristais até 5 mm). Estes corpos de diabásio já foram muito explorados para produção de brita, e algumas pedreiras ainda se encontram ativas. Admite-se que as intrusões concordantes de diabásio situadas próximas ao centro da cidade e no Bairro de Oficinas sejam as responsáveis pela elevação topográfica onde os antigos tropeiros erigiram a vila que originaria Ponta Grossa.

Reconhecem-se três direções principais de estruturas tectônicas na Bacia do Paraná (Zalán et al., 1991): (a) NE-SW, correspondentes às direções do embasamento proterozóico da bacia, reativadas recorrentemente com movimentos horizontais e verticais; (b) NW-SE, reativadas principalmente no Neojurássico e Eocretáceo, com movimentos verticais dominantes e associadas à ruptura do Gondwana e magmatismo da Formação Serra Geral (atividade ao longo do Arco de Ponta Grossa); (c) E-W, ligadas à abertura do Atlântico Sul.

Todas estas direções estruturais principais foram reativadas durante o paroxismo ao longo do Arco de Ponta Grossa, no Mesozóico. As direções NE-SW, com falhas de rejeitos verticais, e NW-SE, com diques de diabásio associados, são bem marcadas na região da

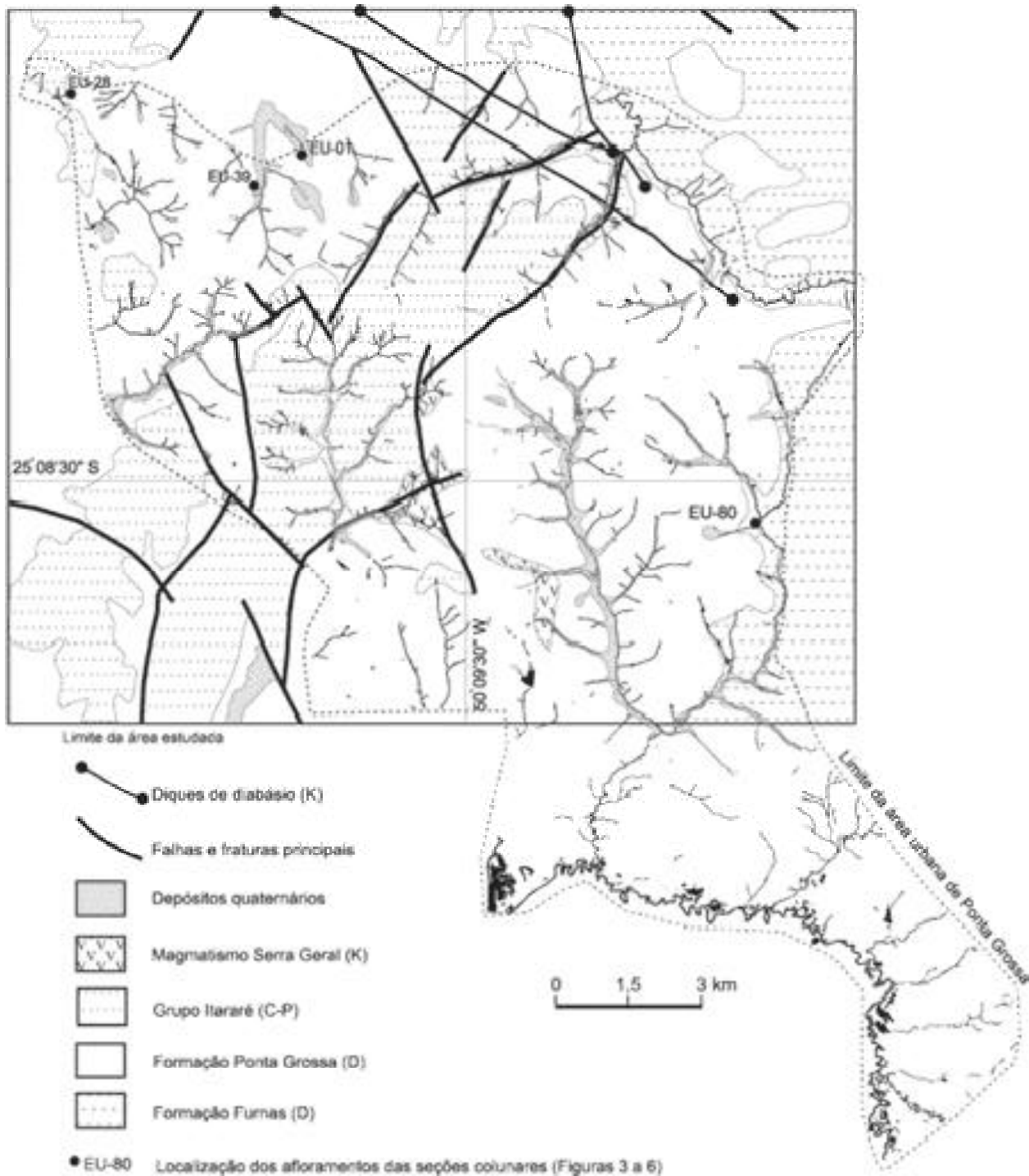


FIGURA 2. Mapa geológico do espaço urbano de Ponta Grossa. Modificado de Aguiar Neto & Lopes Júnior (1977).

cidade de Ponta Grossa. Elas controlam a extensão das unidades do substrato rochoso, impõem marcante controle estrutural da drenagem e determinam destacadas feições de relevo.

#### GEOMORFOLOGIA

A cidade de Ponta Grossa cresceu a partir de um alto topográfico situado a 967,9 m de altitude, de onde

diverge rede de drenagem radial, formada por arroios tributários dos rios Tibagi, a sul, Verde e Pitanguí, a norte (este último já fora dos limites da Figura 1). Estes rios têm seus leitos em altitudes próximas de 780 m.

Embora predominem na região colinas amplas com perfis convexos e amplitudes inferiores a 100 m, a presença de intrusões concordantes de diabásio origina o alto topográfico do centro da cidade, junto ao qual

aparecem cabeceiras de drenagens com encostas íngremes. Entretanto, os arroios atingem perfil muito suave poucas centenas de metros a jusante, onde predomina deposição, em planícies de inundação com significativos depósitos aluviais.

Os arroios principais são: o Cará-Cará, Olarias, do Padre e Santa Gertrudes a sul e sudoeste, afluentes do Rio Tibagi; Lajeado Grande, Pilão de Pedra e Arroio Grande a norte, afluentes dos rios Verde e Pitanguí, este último um afluente da margem direita do Tibagi.

Os arroios do Padre, Pilão de Pedra, Lajeado Grande e Gertrudes mostram marcante controle estrutural pelas estruturas NE-SW, que delimitam bloco deprimido de rochas do Grupo Itararé embutidas na Formação Ponta Grossa (Figura 2). Estes arroios apre-

sentam vales assimétricos, com as bordas situadas a noroeste apresentando vertentes mais abruptas, onde os processos erosivos são mais comuns.

#### CLIMA

O clima na região do Segundo Planalto Paranaense onde se situa Ponta Grossa apresenta estações termicamente bem definidas, sendo a média do mês mais quente (fevereiro) de 21,2°C e a do mês mais frio (julho) 13,3°C (Maack, 1981).

A precipitação média é de 1.542 mm anuais (período 1954-98, dados da Estação Meteorológica do IAPAR em Vila Velha, Melo, 1999). As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com declínio pouco acentuado nos meses de abril a agosto.

### SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA

Embora relativamente discretos, com espessura que não excede 20 m e pequena área de exposição (Figura 2), os sedimentos recentes no sítio urbano de Ponta Grossa adquirem importância, ora por constituírem matéria prima para muitas olarias, ora por condicionarem muitas das ocorrências de processos erosivos na cidade. Na bacia hidrográfica do arroio Olarias, a composição argilosa dos depósitos aluviais, derivados da Formação Ponta Grossa, propiciou a instalação, no passado, de importante indústria oleira de pequeno e médio porte, que deu nome ao arroio e à região da cidade denominada “Olarias” (Melo & Godoy, 1997).

Os sedimentos quaternários presentes no espaço urbano podem ser entendidos como acumulações temporárias de materiais em transporte dentro de uma região onde a drenagem apresenta caráter erosivo dominante. Tais acumulações devem-se em grande parte a variações climáticas quaternárias, as quais desencadearam fases de intensa denudação das encostas e conseqüente entulhamento dos vales.

Os depósitos aparecem em alguns tipos de feições de acumulação principais, descritos a seguir. Depósitos com constituição e processos genéticos diversos podem aparecer numa mesma feição, indicando tratarem-se de paleofeições reafeiçoadas ou policíclicas.

#### LEQUES ALUVIAIS

Leques aluviais pequenos, com extensão em mapa de menos de dois hectares, aparecem em vários locais do sítio urbano, associados a drenagens de menor ordem. Apresentam espessura visível de até cerca de 8 m de sedimentos constituídos pela alternância de leitos argilosos, arenosos e cascalhos.

Apesar da semelhança litológica com os depósitos de rampas colúvio-aluviais, a associação com a feição de leque, situada na desembocadura de drenagens

menores em arroios maiores, indica tratarem-se de depósitos fanglomeráticos, intercalando fácies fluviais de energia variável e fácies de fluxos gravitacionais (Friedman et al., 1992).

Os depósitos dos leques aluviais encontram-se entalhados pela drenagem atual, observando-se vários processos erosivos associados.

#### RAMPAS COLÚVIO-ALUVIAIS

Rampas colúvio-aluviais aparecem no leito de drenagens de menor ordem tributárias dos arroios principais, e também nos trechos de montante de planícies aluviais, para as quais apresentam passagem gradacional. Muitas vezes constituem acumulações não mapeáveis de materiais heterogêneos, mas que assumem importância por condicionarem a ocorrência de processos erosivos.

Os depósitos das rampas colúvio-aluviais são constituídos por alternâncias de camadas decimétricas a submétricas de origem aluvial (usualmente argilas e areias finas) e de origem gravitacional ou colúvio (material argiloso do regolito contendo fragmentos angulosos de folhelho ou argilito semi-alterados e fragmentos de concreções e crostas limonitizadas). Neste último caso, os fragmentos raramente ultrapassam 5 cm de dimensão maior.

Não raro aparecem nos depósitos das rampas colúvio-aluviais sedimentos mineralogicamente imaturos, contendo inclusive siderita e clinocloro provenientes de folhelhos da Formação Ponta Grossa, indicando que nas áreas-fontes os processos erosivos atingiam os horizontes inferiores, pouco evoluídos, do solo.

#### TERRAÇOS ALUVIAIS

Em vários locais, notadamente nos vales dos arroios Gertrudes e Olarias, os depósitos aluviais

apresentam-se em pelo menos dois níveis bem marcados, ainda que desnivelados entre si de apenas alguns metros (até 3 m). Os desníveis entre o terraço mais elevado e a planície atual não formam degraus abruptos, mas estão suavizados pelos processos posteriores ao entalhamento, dificultando seu mapeamento na escala do levantamento realizado.

O nível de terraços mais antigo (mais elevado) corresponde a importante fase de entulhamento dos vales onde depósitos imaturos, textural e mineralogicamente, indicam processos erosivos intensos e exposição dos horizontes inferiores do solo nas encostas (Figuras 3 e 4). Estes depósitos são atribuídos a marcada fase de desequilíbrio climático no final do Pleistoceno (em torno de 16.000 anos AP, Tabela 1).

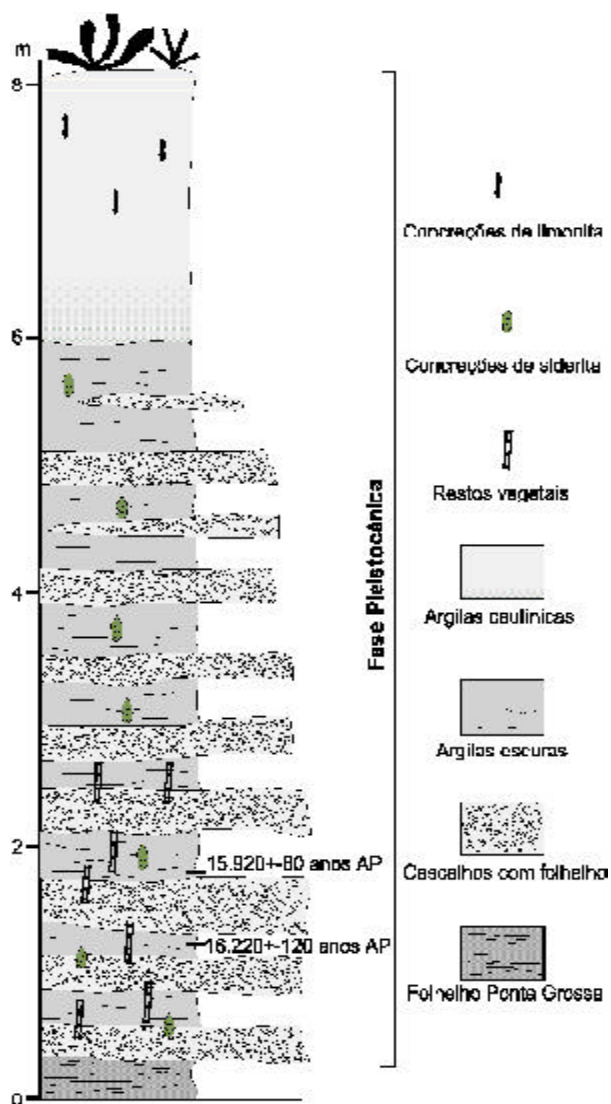


FIGURA 3. Seção colunar dos sedimentos quaternários da boçoroca do Jardim Los Angeles, Ponta Grossa (local EU-01).

As datações radiométricas nos depósitos aluviais do Arroio Pilão de Pedra (amostra EU-133A da Tabela 1) indicam que existem sedimentos mais antigos que aqueles situados no nível elevado de terraços. Estes depósitos mais antigos marcam fases anteriores de sedimentação, porém estão pouco preservados, o que sugere que tais fases não tenham tido grande expressão. Análise palinológica destes depósitos revelou dominância de gramíneas, pteridófitas e compostas, indicando condições paleoclimáticas subtropicais com estação seca e fria (Fernandes et al., 2000).

#### PLANÍCIES ALUVIAIS

Os depósitos das planícies aluviais têm constituição que reflete o substrato rochoso antigo. São argilosos a

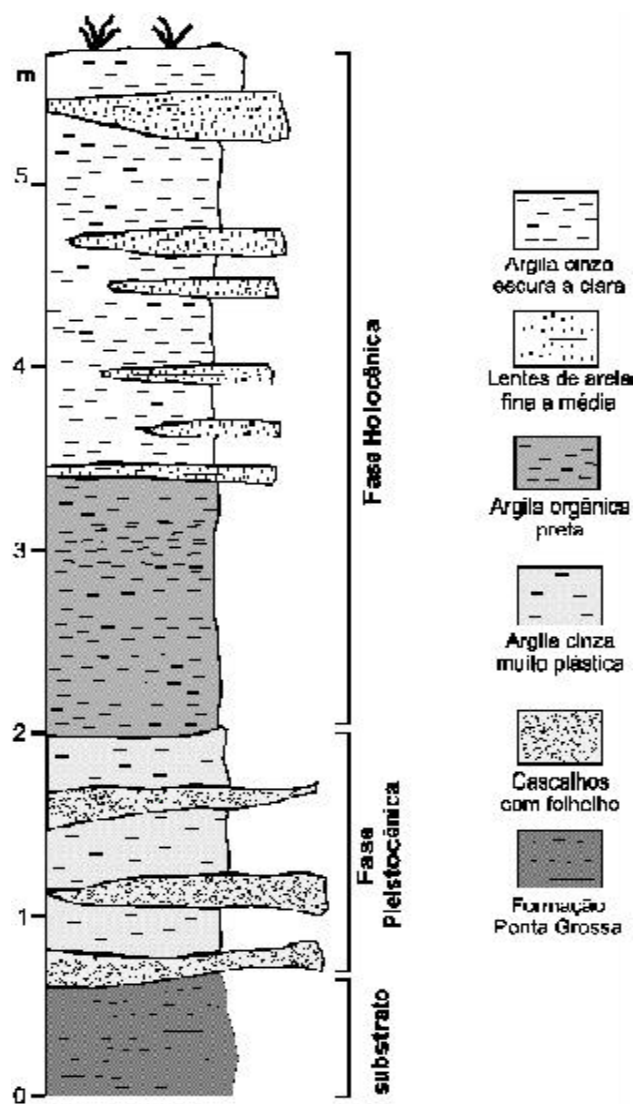


FIGURA 4. Seção colunar dos sedimentos quaternários da planície aluvial do Arroio Grande no Bairro Santa Luzia, porção noroeste do espaço urbano de Ponta Grossa (local EU-39).

arenosos (Tabela 2), com níveis delgados e raros de pequenos seixos arredondados de quartzo, retrabalhados das rochas do Arenito Furnas ou Grupo Itararé. Frequentemente apresentam níveis turfosos com até 1 m de espessura (Figura 5), restos orgânicos representados por

fragmentos de caules, folhas e até nós-de-pinho. As areias são mineralogicamente maduras, apresentando alto índice ZTR (Tabela 3), refletindo o retrabalhamento das rochas sedimentares paleozóicas, ocasionalmente com contribuição de minerais de diabásio intrusivo.

TABELA 1. Datações radiométricas em materiais provenientes dos sedimentos quaternários da região de Ponta Grossa.

Amostra	Material	Unidade	n° Lab	anos AP
EU-76A	Turfa	Depósitos maduros - fase mais úmida	CENA#338	4.750±70
EU-83D	Madeira	Corte e preenchimento em planície aluvial	CENA#334	1.160±60
EU-88A	Madeira	Depósitos maduros - fase mais úmida	CENA#335	21.400±280
EU-123B	Madeira	Depósitos maduros - fase mais úmida	CENA#336	2.940±60
EU-126A	Turfa	Depósitos maduros - fase mais úmida	CENA#339	3.030±60
EU-133A	Madeira	Depósitos maduros em planície aluvial	CENA#337	>40.000
LA-01G	Madeira	Depósitos imaturos - fase mais seca	Bera-122610	15.920±80
LA-01F	Madeira	Depósitos imaturos - fase mais seca	Bera-122609	16.220±120

TABELA 2. Granulometria dos sedimentos quaternários de Ponta Grossa.

amostra	clas. de campo	fase/unidade	Grân.	areia	silte	argila	diâm	$\sigma$	ass	curt
EU-01A	Lama	Pleistocênica		1,87	51,84	46,29	7,37	1,72	-0,48	1,94
EU-02A	Argila Arenosa	Holocênica		26,00	36,90	37,10	6,04	2,50	0,10	1,46
EU-09A	Lama	Holocênica		27,91	45,78	26,31	5,78	2,32	0,21	1,69
EU-28B	Lama preta	Holocênica		40,38	37,02	22,60	4,81	2,95	0,14	1,67
EU-28C	Argila argilosa	Colúvium		68,60	7,50	23,90	3,91	3,13	0,75	2,02
EU-39A	Argila	Pleistocênica		7,27	31,42	61,31	7,77	1,93	-1,74	5,50
EU-39C	Areia	Holocênica		82,53	6,29	11,18	2,30	2,75	1,63	4,30
EU-44A	Lama	Regolito		7,41	49,22	43,37	6,91	2,06	-0,29	1,60
EU-72A	Argila	Pleistocênica?	0,85	14,97	9,88	74,30	7,61	2,68	-1,76	4,74
EU-80A	Areia siltosa	Holocênica		48,16	41,39	10,45	4,24	2,35	0,61	2,53
EU-80C	Areia siltosa	Holocênica		62,77	26,77	10,46	3,96	2,34	0,96	2,82
EU-83A	Argila	Pleistocênica		0,91	25,34	73,75	8,27	1,37	-1,82	5,51
EU-84B	Argila	Pleistocênica		1,30	31,56	67,14	8,14	1,41	-1,61	5,01
EU-88A	Areia siltosa	Holocênica		56,46	26,59	16,95	4,68	2,34	0,87	2,33
EU-88B	Areia siltosa	Holocênica		63,62	26,20	10,18	4,11	2,19	1,01	3,20
EU-123A	Areia siltosa	Holocênica		49,26	37,81	12,93	4,50	2,31	0,70	2,49
EU-123C	Areia	Holocênica		75,93	13,45	10,62	3,79	2,14	1,52	4,16
EU-124A	Argila	Regolito		4,79	30,88	64,33	7,79	1,85	-1,36	3,86

Grân = grânulos; diâm = diâmetro médio;  $\sigma$  = desvio padrão; ass = assimetria; curt = curtose.

Grânulos, areia, silte e argila em porcentagens; desvio padrão, assimetria e curtose em escala  $\emptyset$ .

TABELA 3. Mineralogia dos pesados de sedimentos quaternários do espaço urbano de Ponta Grossa.

amostra	% dos minerais transparentes não micáceos														índ. maturidade		
	ZIR	TUR	RUT	ANA	EST	EPI	APA	TIT	SIL	AUG	GRA	HOR	TRE	ALT	iZTR	iMET	iNS
EU-02A	42,3	33,3	19,8	0,9	0	2,7	0	0	0	0	0	0	0,9	0	96,4	2,7	0,9
EU-09A	67,5	1,7	23,1	1,7	0	2,6	0	0,9	1,7	0	0	0	0	0,9	93,9	5,2	0,9
EU-28B	68,1	0,9	28,3	0	0,9	0,9	0	0	0	0	0,9	0	0	0	97,3	2,7	0
EU-39C	32,7	42,3	18,3	0	0	2,9	0	1,0	0	0	0	1,9	0	1,0	93,3	3,8	2,9
EU-80C	49,2	16,1	25,4	0,8	0	8,5	0	0	0	0	0	0	0	0	91,5	8,5	0
EU-88A	58,3	25,2	10,7	0	0	3,9	1,0	0	0	1,0	0	0	0	0	94,2	5,8	0
EU-123C	44,1	28,8	21,6	2,7	0	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0,9	97,2	1,9	0,9

ZIR=zirção; TUR=turmalina; RUT=rutílio; ANA=anatósió; EST=estanolita; EPI=epídoto; APA=apatita; TIT=titanita; SIL=sillimanita; AUG=augita; GRA=granada; HOR=hornblenda; TRE=tremolita; ALT=altritos; iZTR=porcentagem de ultraestáveis; iMET=porcentagem de metaestáveis; iNS=porcentagem de estáveis.

As planícies aluviais dos arroios, embutidas abaixo do nível de terraços elevado, não apresentam desníveis ou padrões litológicos que permitam distinguir fases de sedimentação, embora as datações radiométricas tenham mostrado idades entre 1.160 e 4.750 anos AP

(Tabela 1). As planícies contêm depósitos de vários episódios deposicionais mais recentes, associados com a evolução das vertentes, eventualmente com episódios de oscilações climáticas curtas e pouco pronunciadas, em que prevaleceram condições semelhantes às atuais.

## ANÁLISES PALINOLÓGICAS DOS SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS

Análise palinológica de amostra dos sedimentos de terraço aluvial do arroio Pilão de Pedra datada em mais de 40.000 anos AP (amostra EU-133A na Tabela 1) permitiu interpretar paleoambiente encharcado, com paleoflora regional de campos, sob condições climáticas subtropicais com uma estação seca e fria (Fernandes et al., 2000).

Estudos palinológicos de sedimentos da boçoroca do Jardim Los Angeles (Figura 3) permitiram identificar a predominância de associação indicativa de domínio de campos, sob condições paleoclimáticas com estação seca de longa duração, atestada pela abundância de Magnoliófitas (angiospermas) de pequeno porte (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Umbelliferae*, *Rubiaceae*) e raríssima palinoflora arbórea (*Podocarpus*) (Tabela 4).

Outrossim, a presença na mesma associação de fungos, esporos de pteridófitas e algas sugere alternância da longa estação seca com outra, curta, mais quente e úmida. Datações radiométricas de restos

vegetais contidos nestes sedimentos indicaram idades de 15.920±80 e 16.220±120 anos AP (Tabela 1).

A semelhança litológica destes sedimentos, textural e mineralogicamente muito imaturos, com outros encontrados em vários locais da cidade sugere importante fase paleoclimática de desequilíbrio ambiental (bio-resistasia, no sentido de Erhart, 1955) nesta época, com acentuada denudação das encostas e entulhamento dos talwegues.

Estudos em amostra de turfa da planície aluvial do Arroio Cará-Cará datada de 4.750 anos AP (amostra EU-76A da Tabela 1) indicaram paleoclima úmido, com vegetação regional arbórea expressiva, além de vegetação de campos e várzea, confirmando o paleoambiente de planície aluvial (Valvassori et al., 2000).

Os resultados das análises palinológicas, confrontados com as datações radiométricas, indicam sucessão de fases climáticas diferenciadas ao longo do Quaternário, às quais associam-se os sedimentos encontrados no sítio urbano.

**TABELA 4.** Grupos palinoflorísticos presentes em amostras dos sedimentos quaternários da boçoroca do Jardim Los Angeles, Ponta Grossa.

Amostra	Fungos	Algas	Briófitas	Pteridófitas	Gimnospermas	Magnoliófitas
LA-01L	trr	trr	rr	trr	r	AAA
LA-01D	-	-	r	-	-	rr

r raríssimo; rr raro; trr freqüente; A pouco abundante; AA abundante; AAA muito abundante

## PALEOCLIMAS E PRINCIPAIS FASES DE SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA

Os depósitos quaternários do espaço urbano de Ponta Grossa apresentam características indicativas de correlação com fases paleoclimáticas de desequilíbrio ambiental (bio-resistasia), nas quais ocorreu acentuada denudação das encostas e entulhamento dos talwegues (Melo & Godoy, 1997; Melo et al., 1999). Não foram encontradas evidências diretas de atividade neotectônica, que pudesse estar relacionada com a sedimentação. Feições geomorfológicas anômalas, como os vales assimétricos e aluviões descontínuos, aparentemente, resultam de erosão diferencial controlada por diferenças litológicas e controle passivo de estruturas antigas.

Alguns traços do relevo (anfiteatros, vertentes festonadas, encostas íngremes retilíneas, antigas feições erosivas estabilizadas, leques e terraços aluviais) constituem paleofeições erosivas e de acumulação destas fases paleoclimáticas. Estas paleofeições estão reafeiçoadas pelos processos morfogenéticos subsequentes à sua gênese, sob climas mais próximos do atual.

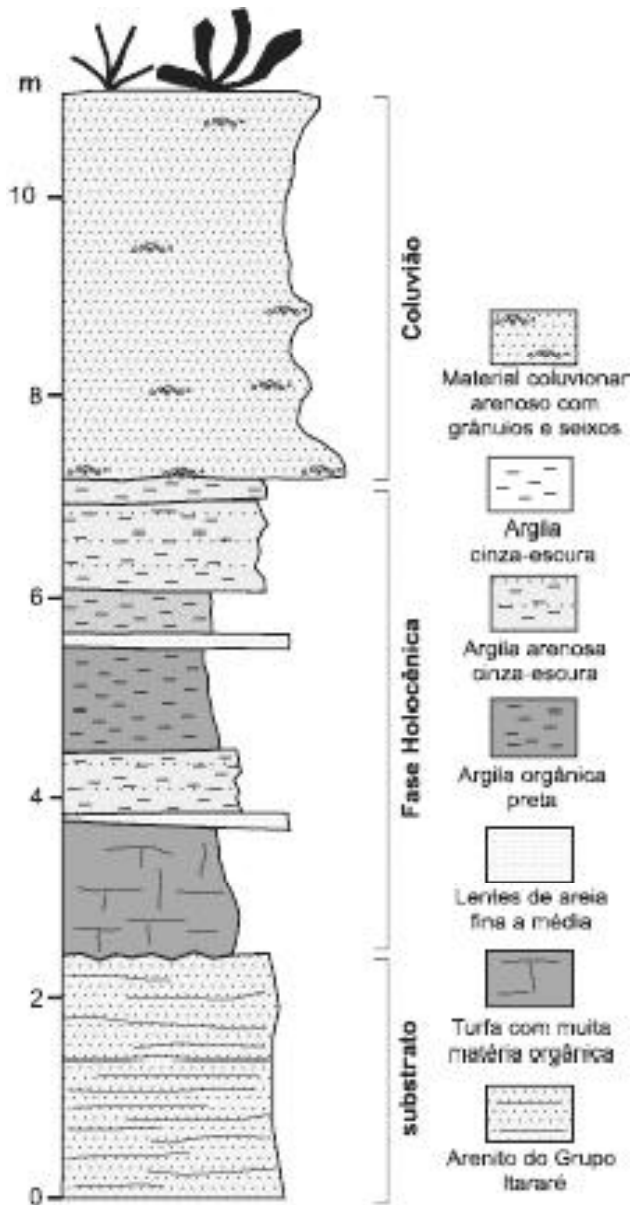
Em Ponta Grossa destacam-se dois tipos principais de sedimentos recentes:

1. depósitos textural e mineralogicamente imaturos, constituídos por alternâncias de camadas decimétricas a submétricas de origem aluvial e gravita-

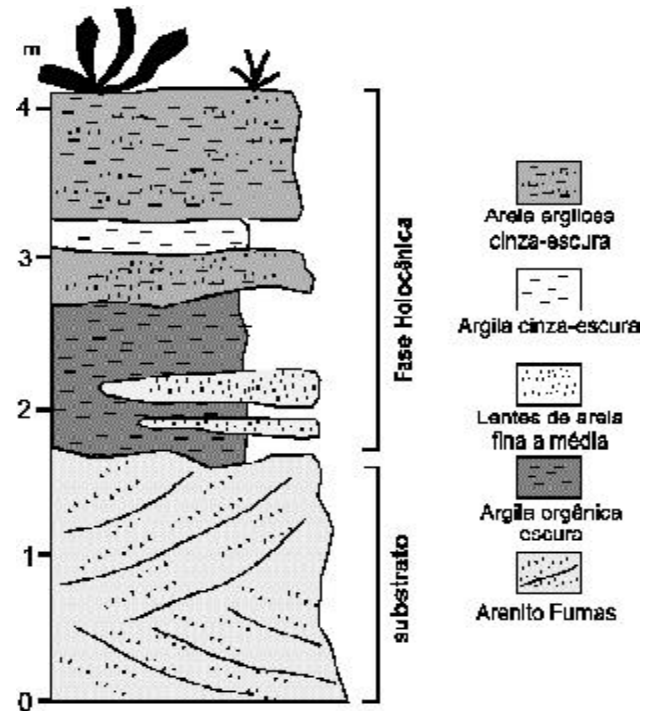


cional; aparecem principalmente nos leques aluviais, nas rampas colúvio-aluviais e nos terraços aluviais mais elevados (Figura 3 e base da Figura 4);

- depósitos textural e mineralogicamente maduros, argilosos a arenosos, apresentando níveis turfosos e raros níveis com cascalhos; aparecem principalmente nas planícies aluviais, e nas rampas que gradam lateralmente para as planícies (topo da Figura 4 e Figuras 5 e 6).



**FIGURA 5.** Seção colunar dos sedimentos quaternários da boçoroca do Jardim Santa Edwirges, porção noroeste do espaço urbano de Ponta Grossa (loca EU-28).



**FIGURA 6.** Seção colunar dos sedimentos quaternários da planície aluvial do Arroio Cará-Cará, Vila Neri, porção sudeste do espaço urbano de Ponta Grossa (local EU-80).

Estes dois tipos de depósitos são atribuídos a duas fases principais de sedimentação ocorridas na região:

- Fase Pleistocênica:** do final do Pleistoceno (incluindo datações próximas de 16.000 anos AP), com acentuada denudação das encostas, indicando condições mais severas de desequilíbrio ambiental;
- Fase Holocênica:** do Holoceno Médio (incluindo datações entre 2.940 e 4.750 anos AP), com sedimentos que aparecem comumente, com características semelhantes às das planícies aluviais atuais, possivelmente indicando episódios de oscilações climáticas curtas e pouco pronunciadas, em que prevaleceram condições mais próximas das atuais, mas suficientes para determinar o incremento da sedimentação.

Além destas fases principais, encontram-se também depósitos menos frequentes que mostram idades mais antigas (amostras EU-88A e EU-133A na Tabela 1). As características litológicas destes depósitos indicam para acumulações aluviais, possivelmente controladas por irregularidades morfológicas locais ao longo dos vales.

## CONCLUSÕES

O centro de Ponta Grossa situa-se no alto de elevação de onde diverge rede de drenagem radial, formada por arroios tributários dos rios Tibagi, Verde e Pitangui. A grande expansão urbana a partir da década de 70 tem pressionado a ocupação irregular tanto de terrenos íngremes nas cabeceiras dos arroios como de rampas de sedimentos, terraços e planícies aluviais, locais onde ocorrem intensos processos erosivos.

Os sedimentos quaternários aparecem na cidade na forma de acumulações relativamente delgadas e descontínuas, mas adquirem importância por condicionarem a ocorrência de processos erosivos com graves implicações na ocupação urbana, e por constituírem matéria-prima de muitas olarias de pequeno a médio porte.

Os diferentes tipos de depósitos quaternários aparecem no relevo na forma de leques aluviais, rampas colúvio-aluviais, terraços e planícies aluviais. Podem aparecer numa mesma feição, indicando tratarem-se de paleofeições reafeiçoadas ou policíclicas.

A natureza dos depósitos, seu conteúdo palinológico, a situação no relevo, as datações radiométricas obtidas e a associação com formas indicativas de

estágios paleoclimáticos distintos conduziram à interpretação de duas fases principais de sedimentação quaternária.

A mais antiga, do final do Pleistoceno (cerca de 16.000 anos AP), apresenta indicações de acentuada denudação das encostas, sob condições mais severas de desequilíbrio paleoclimático, gerando depósitos textural e mineralogicamente imaturos.

A mais recente, do Holoceno médio (abrangendo datação de 4.750 anos AP), sugere episódios de oscilações climáticas curtas e pouco pronunciadas, em que prevaleceram condições mais próximas das atuais, gerando depósitos mais maduros, semelhantes aos das planícies aluviais atuais.

Os sedimentos quaternários do espaço urbano de Ponta Grossa, juntamente com as peculiaridades da geomorfologia local, as condições climáticas e o uso do solo, constituem fator condicionante dos graves processos erosivos da cidade. Sua caracterização e adequado mapeamento são requisitos para a mitigação dos efeitos dos processos e a produção de cartas geotécnicas que apoiem o planejamento da expansão urbana.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio à realização deste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR NETO, A. & LOPES JÚNIOR, I. **Folha Ponta Grossa (SG-22-X-C-II-2), escala 1:50.000**. Comissão da Carta Geológica do Paraná - Projeto Leste do Paraná, Convênio CPRM-DNPM-BADEP-UFPR, 1977.
2. ERHART, H. Biostasie et rhesistasie: esquisse d'une théorie sur le rôle de la pédogenèse en tant que phénomène géologique. **Comptes Rendues Academie des Sciences Française**, n. 241, p. 1218-1220, 1955.
3. FAMEPAR - INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA AOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PARANÁ. **Levantamento aerofotogramétrico 1:8.000 do espaço urbano de Ponta Grossa**. Curitiba, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano, 1995.
4. FERNANDES, R.S.; GARCIA, M.J.; MELO, M.S.; MEDEIROS, C.V.; PESSEDA, L.C.R. Sobre a palinoflora ocorrente em sedimentos quaternários do Bairro Neves, na região de Ponta Grossa, Estado do Paraná, Brasil. **Revista UnG**, ano V, n. Especial, p. 266, 2000.
5. FRIEDMAN, G.M.; SANDERS, J.E.; KOPASKA-MERKEL, D.C. **Principles of sedimentary deposits - stratigraphy and sedimentation**. New York: Macmillan, 1992, 717 p.
6. MAACK, V. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1981, 442 p.
7. MELO, M.S. **Análise sedimentológica dos depósitos da Lagoa Dourada, Vila Velha, Ponta Grossa, PR**. Ponta Grossa, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Relatório Final de Pesquisa, 1999, 74 p. (Inédito).
8. MELO, M.S. & GODOY, L.C. Geologia, geomorfologia e riscos geológicos na bacia do Arroio Olarias, Ponta Grossa, PR. Ponta Grossa. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, **Publicatio UEPG**, Ciências Exatas e da Terra, v. 3, n. 1, p. 33-59, 1997.
9. MELO, M.S.; MEDEIROS, C.V.; GODOY, L.C.; GIANNINI, P.C.F.; GARCIA, M.J. Sedimentação recente e processos erosivos no espaço urbano de Ponta Grossa (PR). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 4-I, p. 834-835, 1999.
10. VALVASSORI, J.R.; GARCIA, M.J.; MELO, M.S.; MEDEIROS, C.V.; PESSEDA, L.C.R. Análise palinológica de sedimentos quaternários do Bairro Jardim Paraíso, na região de Ponta Grossa, Estado do Paraná, Brasil. **Revista UnG**, ano V, n. Especial, p. 268, 2000.
11. ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; ZANOTTO, O.A. Bacia do Paraná. In: GABAGLIA, G.P.R. & MILANI, E.J. (Coords.), **Origem e evolução de bacias sedimentares**, Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1991, p.135-168.