

Pedro França Junior
(organizador)

GEOMORFOLOGIA DO TECNÓGENO E ANTROPOCENO

Perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambientes urbanos

Guarapuava ●



Pedro França Junior
(organizador)

**GEOMORFOLOGIA DO TECNÓGENO E
ANTROPOCENO:
perspectivas teóricas e estudos aplicados em
ambientes urbanos**



Ituiutaba, MG
2020

© Pedro França Junior, 2020.

Editor da obra: Anderson Pereira Portuguesez.

Arte da capa: Anderson Pereira Portuguesez

Diagramação: Jefferson Rafael de Oliveira Souza

Editora Barlavento

CNPJ: 19614993/0001-10. Prefixo editorial: 87563 / Braço editorial da Sociedade Cultural e Religiosa Ilê Asé Babá Olorigbin.

Rua das Orquídeas, 399, Residencial Cidade Jardim, CEP 38.307-854, Ituiutaba, MG.
barlavento.editora@gmail.com

Conselho Editorial da E-books Barlavento:

Dra. Mical de Melo Marcelino (Editora-chefe)

Pareceristas:

Prof. Dr. Anderson Pereira Portuguesez

Prof. Dr. Ricardo Lanzarini

Prof. Dr. Rosselvet José Santos

Prof. Dr. Antonio de Oliveira Júnior

Profa. Cláudia Neu

Prof. Dr. Giovanni F. Seabra

Prof. Mestre Bruno de Freitas

Prof. Dr. Jean Carlos Vieira Santos

Geomorfologia do tecnógeno e antropoceno: perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambientes urbanos. Pedro França Junior (org.).
Ituiutaba: Barlavento, 2020, 426 p.

ISBN: 978-65-87563-15-2

1. Geomorfologia. 2. Tecnógeno. 3. Antropoceno. 4. Urbano.

I. FRANÇA JUNIOR, Pedro.

Todos os direitos desta edição reservados aos autores, organizadores e editores. É expressamente proibida a reprodução desta obra para qualquer fim e por qualquer meio sem a devida autorização da E-Books Barlavento. Fica permitida a livre distribuição da publicação, bem como sua utilização como fonte de pesquisa, desde que respeitadas as normas da ABNT para citações e referências.

SUMÁRIO

Prefácio.....	7
Introdução... ..	13

UNIDADE 1.PERSPECTIVAS TEÓRICAS, PESQUISAS E MÉTODOS

Os conceitos de antropoceno e tecnógeno e o estudo da humanidade como agente geomorfológico.....	16
<i>Pedro França Junior, Alex Ubiratan Goossens Peloggia</i>	

A pesquisa dos terrenos tecnogênicos no Brasil: novas perspectivas.....	36
<i>Pedro França Junior, Carina Cristiane Korb, Alex Peloggia</i>	

Métodos de classificação de terrenos e depósitos tecnogênicos.....	107
<i>Pedro França Júnior</i>	

O ambiente urbano e sua relação com a formação de terrenos tecnogênicos	126
<i>Pedro França Júnior, Carina Cristiane Korb</i>	

Depósitos tecnogênicos e os riscos ambientais.....	137
<i>Pedro França Júnior</i>	

UNIDADE 2. CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÕES GEOAMBIENTAIS DE AMBIENTES ALTERADOS

Características geoambientais da área urbana de Guarapuava-PR 152

Pedro França Junior, Eliza do Belém Tratz

Processo de ocupação municipal e do sítio urbano de Guarapuava: bases históricas para compreensão da formação dos terrenos tecnogênicos..... 208

Pedro França Junior

Formas de relevo do ambiente urbano de Guarapuava: bases para formação de terrenos tecnogênicos..... 242

Pedro França Junior, Eliza Belém Tratz

UNIDADE 3.DESCRICÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS DO AMBIENTE URBANO E RURAL DE GUARAPUAVA

Terrenos tecnogênicos de agradação no ambiente urbano de Guarapuava 280

Pedro França Junior

Terrenos tecnogênicos de degradação do ambiente urbano de Guarapuava 304

Pedro França Junior

Processos de formação e identificação de depósitos tecnogênicos induzidos nas sub-bacias do ambiente urbano de Guarapuava..... 314

Pedro França Junior

Conectividade de estradas rurais e rios e sua dinâmica geomorfológica em bacias hidrográficas rurais..... 348

Pedro França Junior, Márcia Cristina Cunha

**UNIDADE 4.DESCRICÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS
DO AMBIENTE URBANO DE UMUARAMA- NOROESTE
DO PARANÁ**

Mudanças fluviais provocadas por depósitos tecnogênicos induzidos: estudo de caso em Umuarama, noroeste do Paraná.....374

Pedro França Junior, Marta Luzia de Souza

Depósitos tecnogênicos induzidos de Umuarama noroeste do Paraná..... 400

Pedro França Junior, Marta Luzia de Souza

PREFÁCIO

O livro “Geomorfologia do tecnógeno e antropoceno: perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambientes urbanos” que trata da geomorfologia do antropoceno/tecnógeno: processos, formas e materiais, chega em boa hora. Esse tema vem de algum tempo sendo difundido no Brasil, tendo como precursores Oliveira, Pellogia e Rodhe. Cada um desses autores introduzindo o debate a partir de uma perspectiva específica. No início, a ideia de depósitos tecnogênicos e, mais amplamente, a proposição de um novo período/época geológica reconhecidos como Antropoceno/Tecnógeno, não foram facilmente acolhidos, seja pela comunidade internacional e ou, nacional.

A realidade do mundo, e as pesquisas associadas foram demonstrando, objetivamente, essa conectividade entre sociedade e natureza, a ponto de não podermos mais ignorá-la. Isto significa dizer que, este tema se agrega a pesquisa das ciências naturais e aqui, na sua especificidade, aos estudos geomorfológicos. Compreende-se que, processos, formas e materiais naturais expressam cada vez mais conexão, com processos sociais.

Neste contexto é aceito o período atual como Antropoceno, período em que a ideia de processos, formas e materiais, resultam da imbricada relação da natureza e sociedade e , expressam, por sua vez, através; dos processos que altera, dos materiais que produz e das formas que constrói, um modo de ser social, onde essas transformações demonstram uma transfiguração da natureza, em geral não benéfica socialmente.

Se há um tempo, era anos de 1980, fui criticada, por indicar “a atividade humana como processo geomorfológico” (ainda que estudos anteriores já viessem indicando essa possibilidade analítica), a partir do argumento de que; o conceito de processo geomorfológico era restrito a dinâmica natural, desde lá, esse conceito e a temática geomorfológica se alargaram e, em suas análises o entendimento de processos geomorfológicos se amplia.

Neste livro temos a expressão deste alargamento dos horizontes geomorfológicos, trata-se de uma coletânea que trás ao público o estado da arte sobre o Antropoceno. Enfatiza na primeira parte, a reflexão teórica, sua periodização (Pedro França Junior e Alex Pelóggia) seus métodos (Pedro França Junior) e sobretudo vai expressar a análise deste tema nos espaços urbanos, com sendo este, o espaço de maior expressão da realidade do tecnógeno (Pedro França Junior).

Seu corpo analítico nos informa sobre as pesquisas feitas na cidade, em particular, Guarapuava e Umuarama a Noroeste do estado do Paraná/ Brasil. Estes, estudos de caso aqui apresentados são reveladores da indicação feita de que: é nas áreas urbanas, os processos decorrentes da ação transformadora socialmente produzida pelo homem sobre a natureza, que se concentram e intensificam, escritos por Pedro França Junior e Alex Ubiratan Groossens Peloggia, escrito em dos capítulos aqui apresentados.

Menciona-se aqui a importância desta temática, não apenas na sua construção empírica, mas sobretudo, na perspectiva dos pesquisadores envolvidos no tema, suas preocupações tem sido conceituar e interpretar o Tecnógeno, demonstrar através de classificações as evidencias empíricas e os processos que

originam, tanto depósitos, quanto formas de relevo, ou mais, amplamente, mudanças na paisagem.

De outra parte é significativo o esforço de diálogo, expresso em texto de Pellogia (1999) reproduzido no capítulo - Antropoceno e Tecnógeno: bases conceituais para compreender os terrenos tecnogênicos - com a clássica metodologia de Ab`Saber e, da mesma forma, a proposição de Ross, ambas, relativas a análise geomorfológica.

Enquanto em 1969, ano de divulgação do método geomorfológico elaborado por Ab`Saber, esse tema ainda não se constituía uma abordagem relevante. Esse autor, já indicava a necessidade de, ao realizar estudos sobre a fisiologia da paisagem, considerar a ação humana como processo atuante na sua transformação.

Esse diálogo resgata os conceitos fundamentais da tríade analítica de Ab`Saber e sob a leitura do Antropoceno vai fortalecer e ampliar as possibilidades desse método, na medida em que é possível hoje, visualizar a presença social do homem, seja na compartimentação, seja na estrutura superficial, seja na fisiologia da paisagem, conceitos que fundam a tríade de Aziz Ab`Saber.

O mesmo pode ser dito, em termos de renovação e adequação ao Antropoceno, quando “Segundo Pellogia (1998), é possível relacionar a formação dos relevos tecnogênicos com a taxonomia do relevo trabalhada por Ross (1992) a partir do quarto táxon.

Essas duas proposições expressam a possibilidade de construção de uma análise geomorfológica capaz de compreender as transformações da superfície da Terra (processos, formas e materiais), através do estreito vínculo com a sociedade, as relações sociais, a produção do espaço e sua materialidade.

É destacável também a sistematização dos estudos relativos ao tema. Este é em certa medida um tema “novo”, na pesquisa em geologia e geomorfologia. No Brasil tem suas primeiras pesquisas divulgadas nos anos 1990. De lá para cá, esta abordagem, desperta interesse, se amplia, e, se diversificam as temáticas sobre o tecnógeno.

Na sistematização apresentada neste livro, desenvolvem-se trabalhos no Brasil vinculados ao antropoceno em: depósitos aluviais, assoreamento de barragens, mineração, terrenos urbanos, transformação de ambientes litorâneos. O que demonstra não só a diversidade de interesse, mas a abrangência do tema, congregando estudos de depósitos de várzea em zona rural, a constituição de aterros urbanos, os rejeitos de mineração, o “engordamento” de praias, o assoreamento de barragens. e, o acréscimo é meu, da “construção de morrotes”, a exemplo dos construídos por acúmulo de lixo em planície aluvial/a várzea do rio Gravataí na região metropolitana de Porto Alegre (Bertê), 2000.

A diversidade de objetos de análise, expressos nos diferentes capítulos, referente ao Tecnógeno, em particular nas cidades, expressa da mesma forma uma ampliação da pesquisa, sob diferentes perspectivas, neste período denominado Antropoceno.

Nos diferentes capítulos, o leitor irá encontrar estudos sobre assoreamento de canais, reconstituição de sítios urbanos, relação da compartimentação do relevo e deposição tecnogênica/agradação, depósitos de rejeitos denominados de “bota fora”, terrenos de degradação ou de retirada de material, a exemplo das cavas de terraplanagem, além do papel das estradas nos fluxos hídricos e transporte de sedimentos aos rios e córregos. Sobretudo, em estudos na cidade, de Guarapuava.

Mais especificamente, em relação aos estudos da cidade de Umuarama, tem-se pesquisa indicando mudanças nos canais fluviais e processos de sedimentação e assoreamento, com modificação da forma do canal.

Ainda que os estudos de caso tragam exemplificações de cidades do NW do Paraná, os temas/obletos abordados, evidentemente, se espalham de forma significativa por cidades e campos nas mais diferentes escalas de ocupação territorial.

Por todo o dito, trazemos o objetivo do livro “Geomorfologia Urbana: Processos, Formas e Materiais dos Terrenos Tecnogênicos, expresso pelos seus autores e organizador. Assim, escrevem; este livro... tem o objetivo de divulgar novas perspectivas, das atividades humanas na superfície da Terra.

Este objetivo é alcançado, trata-se de um livro que tem o mérito de sistematizar as referências teórico metodológicas relativas aos estudos do “Antropoceno” em nível nacional e internacional; aborda em escala nacional os diferentes temas no escopo dessa proposta de investigação; exemplifica através de um conjunto de estudos de caso, possibilidades de análise na

temática, associando a estas análises, uma gama variada de procedimentos e representações que respondem pela atualidade e valor explicativo do objeto estudado.

Sem dúvida, o leitor tem nessa obra a sistematização cuidadosa de um tema cada vez mais presente, nos estudos geológicos e geomorfológicos, da atualidade. Portanto, aos pesquisadores/autores dessa temática, parabéns pela importante iniciativa, trazida na escritura deste livro. Constituirá esta obra, um estímulo a investigação sobre tema tão relevante na atualidade e, um ganho ímpar na análise geomorfológica brasileira.

Boa leitura

Dirce Suertegaray

Prof. Dr^a. Dirce Maria Antunes Suertegaray
Professora do programa de Pós-graduação em Geografia-
UFRGS

INTRODUÇÃO

O presente livro apresenta uma rica abordagem sobre os estudos relacionados ao tema do Tecnógeno e Antropoceno, vinculado a uma perspectiva eminentemente geográfica. Neste sentido, a Geografia como a ciência que estuda o espaço geográfico, sendo este materializado a partir das relações que a sociedade exerce sobre a natureza, não poderia deixar de se furtar a respeito do tema das transformações que a sociedade tem acarretado ao ambiente, gerando modificações nas formas de relevo em áreas urbanas.

A partir desta especificidade de pesquisa, o livro “Geomorfologia do tecnógeno e antropoceno: perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambientes urbanos”, organizado pelo professor Pedro França Junior, reúne uma série de trabalhos realizados pelo autor e por diversos profissionais, em que apresentam os resultados de pesquisas envolvendo o conceito de depósitos tecnogênicos.

Importante destacar que, o professor Pedro tem executado pesquisas com ênfase no tema deste o seu mestrado intitulado “Análise das mudanças do uso do solo da bacia do córrego Pinhalzinho Segundo - Umuarama- PR 1970-2009 (2010)”, dando continuidade no doutorado “A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos do ambiente urbano de Guarapuava-PR (2016)”, mostrando conhecimento teórico, metodológico e técnico sobre o assunto.

Sobre o livro, está organizado em 4 unidades. A unidade 1 trata das PERSPECTIVAS TEÓRICAS, reunindo 5 capítulos, onde são discutidos temas relacionados aos conceitos de ambiente urbano, antropoceno, tecnógeno, terrenos tecnogênicos e riscos ambientais. Contribuíram nesta unidade os professores Alex Ubiratan Groossens Peloggia e Carina Cristina Korb.

Na unidade 2 são discutidos os MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÕES FÍSICO AMBIENTAIS DE AMBIENTES ALTERADOS, constituído por 4 capítulos que tratam sobre as metodologias de classificação dos terrenos tecnogênicos, a partir dos trabalhos de identificação em campo dos depósitos antropogênicos. Para isto, são apresentados estudos empíricos realizado no sítio urbano da cidade de Guarapuava-PR, no qual contou com a participação da professora Eliza do Belém Tratz.

A unidade 3 aborda quatro artigos que tem como tema central a DESCRIÇÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS DO AMBIENTE URBANO DE GUARAPUAVA. São apresentadas formas de descrição de terrenos tecnogênicos de agradação, de degradação, os depósitos tecnogênicos induzidos e as conectividades com as estradas rurais e cursos d'água, onde são depositados os materiais tecnogênicos procedentes das áreas urbanas. Nesta unidade contou-se com a contribuição da professora Márcia Cristina Cunha

E na unidade 4, que trata sobre a DESCRIÇÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS DO AMBIENTE URBANO DE UMUARAMA NOROESTE DO PARANÁ, são apresentadas duas pesquisas realizadas por Pedro França Junior no município de Umuarama-PR, sendo uma relacionando as mudanças

ocasionada em ambiente fluvial pela deposição de materiais tecnogênicos induzidos, decorrentes das mudanças geradas em ambiente urbano; e a outra vinculado a descrição e caracterização dos tipos de materiais constituintes dos depósitos.

Desta forma, o livro tem uma forte ênfase em estudo de Geomorfologia Antropogênica nas áreas urbanas, mostrando o quanto as dinâmicas da sociedade, a partir da temporalidade dos processos morfodinâmicos na escala histórica, alteram as dinâmicas dos processos naturais gerando novos ambientes tecnogênicos, que são vulneráveis a ocupação e a saúde humana. Estas transformações resultando em degradação e contaminação dos bens da natureza, importantes para sobrevivência humana.

Assim, o professor Pedro nos presenteia com importante obra, esperando que esta publicação sirva de estímulo aos novos pesquisadores que tem interesse pela temática e pesquisa dos estudos do Tecnógeno e do Antropoceno, seja no nível da graduação e da pós-graduação em Geografia e áreas afins.

Desejo sucesso ao amigo Pedro e parabéns pela sua trajetória acadêmica, convidando a todos a uma ótima e proveitosa leitura.

João Osvaldo Rodrigues Nunes
Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes
FCT-UNESP-Universidade Estadual Paulista
Campus de Presidente Prudente-SP

UNIDADE 1:

**PERSPECTIVAS TEÓRICAS,
PESQUISAS
E MÉTODOS**

Os conceitos de antropoceno e tecnógeno e o estudo da humanidade como agente geomorfológico

*Pedro França Junior
Alex Ubiratan Goossens Peloggia*

O tempo geológico é dividido em Éons, Eras, Períodos e Épocas, com base nos registros dos grandes acontecimentos geológicos e paleontológicos da história do planeta Terra. Estamos no Éon Fanerozóico, Era Cenozóica, Período Quaternário, e formalmente ainda na época do Holoceno, posterior ao Pleistoceno. No entanto, na visão de muitos geocientistas, vivemos no Tecnógeno, ou então, conforme outros, estaríamos no Antropoceno.

Cabe salientar que, após o surgimento e desenvolvimento da espécie *Homo sapiens*, muitas transformações ocorreram no ambiente terrestre, mudando completamente as dinâmicas geológicas naturais. A partir de aproximadamente 10.000 anos atrás, após a arqueologicamente definida Revolução Agrícola ou Neolítica, e principalmente após os anos de 1800, marcados pelo registro histórico da Revolução industrial, tais transformações receberam um elemento original e decisivo: a agência humana. Mais recentemente, a partir da década de 1950, após a segunda grande guerra mundial, ocorreu a denominada “Grande Aceleração”, marcada pelo aumento do consumo de minerais, energia, combustíveis fósseis, da urbanização e pelo aumento exponencial da população mundial.

O Antropoceno

A Terra pode ser vista como um sistema geofísico e geoambiental muito complexo e antigo, cujo funcionamento dinâmico se dá por meio de ciclos naturais afetando o interior do planeta e a litosfera (tectônica de placas), a atmosfera e a hidrosfera, em constante interação com a biosfera. Nesse contexto, é certo que, ao longo de bilhões de anos, variadas transformações ambientais ocorreram, modificando a superfície e deixando indícios que podem ser verificadas por meio dos registros das rochas, nos chamados “testemunhos” ou “registros”, ou seja, formações geológicas (estudadas pela Estratigrafia). Hoje em dia, no entanto, muitos cientistas discutem se estamos vivendo um processo de transformação comparável àqueles do passado geológico, ou seja, se a interação entre as atividades humanas está alterando significativamente os processos e ciclos geológicos, geomorfológicos, físicos, químicos e ecológicos na superfície terrestre. Os que respondem positivamente em geral defendem a adoção oficial de um novo intervalo tempo geológico: a época do Antropoceno.

O conceito foi proposto por Crutzen e Stoermer (2000), no contexto dos estudos sobre as transformações ambientais globais. O prestígio de Paul Crutzen, químico holandês e ganhador do Prêmio Nobel em 1995, certamente ajudou a alavancar a discussão da ideia no meio científico e sua difusão entre o público em geral. Na concepção original dos autores citados, o marco inicial do Antropoceno estaria em meados do século XVIII (1800-1980), correspondendo ao início das enormes transformações decorrentes da Revolução Industrial. Nesse sentido, é coerente com a concepção de fases ecológicas que já havia sido apresentada por Boyden e Hadley (1986), também no

contexto da investigação das mudanças ambientais planetárias, correspondendo à “fase industrial moderna”.

A partir daí o conceito, usado informalmente, e apesar de não ser original nas geociências, como veremos, passou a orientar um número cada vez maior de investigações que descrevem o impacto coletivo da humanidade nos processos geológicos, biológicos, físicos e químicos nos sistemas terrestres. Tais trabalhos, na verdade, vêm se juntar às contribuições pioneiras realizadas desde o século XIX, bem como a diversas pesquisas produzidas nas últimas décadas do século XX.

A evolução das atividades humanas e o início do Antropoceno podem ser compreendidos, por exemplo, a partir da pesquisa de Price et al (2011) exemplificando o Reino Unido, na Figura 1. Nesta, verifica-se que, a partir de 1800, a população aumentou significativamente, assim como a urbanização, seguida da ampliação do consumo de combustíveis fósseis (no início com carvão mineral e posterior incremento do petróleo). Visualizam-se, ainda, o consumo de minério de ferro, o aumento dos transportes por estradas, as grandes guerras mundiais, a queda do consumo de carvão mineral e a ascensão do consumo de minerais a partir de 1950. Existem outros detalhes que podem ser vistos e discutidos, mas os dados da figura resumem e caracterizam o que seria o início do Antropoceno, inicialmente nos países europeus e posteriormente para o restante dos países do planeta Terra.

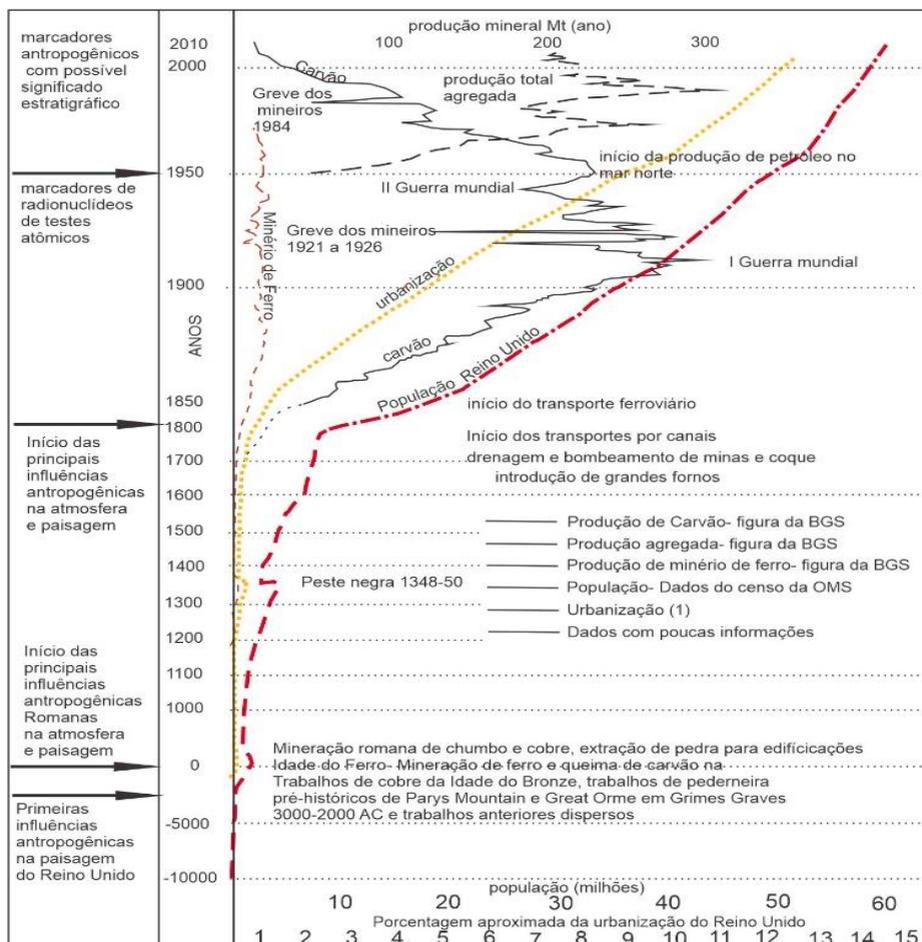
No entanto, desde que os povos pré-históricos começaram a utilizar rochas para fazer instrumentos, os seres humanos têm modificado a paisagem, produzindo resíduos e formando depósitos. Estima-se, segundo Price et al. (2011) que a quantidade anual mundial de depósitos, deliberadamente produzidos pela

atividade humana, é de 57.000 Mt (milhões de toneladas) e supera o de transporte de sedimentos dos rios para os oceanos (22.000 Mt), afetando quase um terço das dinâmicas naturais (Wilkinson e McElroy, 2007).

Outro exemplo de evidência do impacto das atividades humanas pode ser encontrado no trabalho de Hooke (2000), em que o autor estima a quantidade de materiais removidos (toneladas per capita) desde 5.000 anos Ap. (antes do presente). À medida que as sociedades agrárias foram sendo substituída pelas culturas agropecuárias para alimentar a população em crescimento, a erosão constante dos campos agrícolas também aumentou, até recentemente. Isso constitui um impacto humano adicional não intencional na paisagem (HOOKE, 2000) (figura 2).

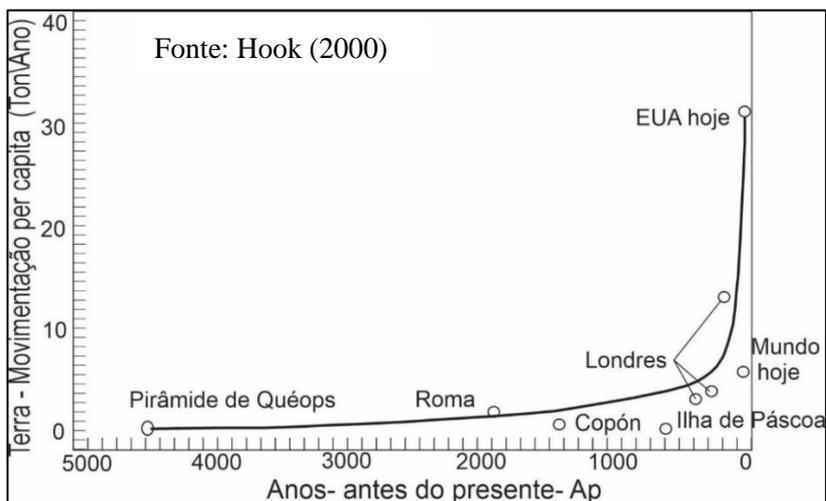
Chega-se, assim, à conclusão de que os seres humanos são agentes geológicos e geomorfológicos de primeira importância, e constituem um fator dominante na evolução da paisagem no Antropoceno. A magnitude destes impactos (quantidade e extensão espacial) e do material transportado correspondem não só ao aumento da população, mas também ao desenvolvimento da técnica e ao progressivo uso de energia extra-somática (proveniente de fontes externas ao organismo), o que é outra particularidade da agência humana. Além disso, a exploração dos recursos naturais da paisagem para atender às necessidades da sociedade é impulsionada por mudanças em parâmetros tecnológicos, políticos e culturais socioeconômicos em escala mundial.

Figura 1 - Possíveis marcadores estratigráficos no Antropoceno com base no uso dos recursos naturais produzidos no Reino Unido ao longo do tempo, em comparação com o crescimento populacional, a urbanização e alguns eventos e desenvolvimentos importantes



Fonte: Price *et al* (2011), tradução nossa (2020)

Figura 2 - Estimativas de volumes movimentados de terras, solo e rocha, intencionalmente e anualmente, por certas sociedades relativamente avançadas do passado; toneladas per capita.



Fonte: Hook (2000) tradução nossa (2020).

Quanto à questão estratigráfica, a formalização do Antropoceno ganhou destaque na última década com as atividades do Grupo de Trabalho do Antropoceno (AWG - Anthropocene Working Group, da Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário (SQS) da Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS) da União Internacional das Ciências Geológicas - IUGS). O AWG tem trabalhado nos últimos anos na questão da oficialização deste como unidade cronoestratigráfica (que se refere aos registros geológicos formados em um determinado intervalo de tempo) e geocronológica (que trata do tempo geológico em si), especificamente época/série do período Quaternário. As informações sobre o trabalho do AWG estão

disponíveis na própria página da Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário (<http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>).

O AWG iniciou seus trabalhos em 2009, com a tarefa de examinar o estatuto, nível hierárquico e definição do Antropoceno como uma potencial nova divisão da Escala do Tempo Geológico. Os avanços na discussão, bem como a produção científica relacionada, estão listados no site do AWG acima indicado, onde também estão disponíveis os relatórios anuais (newsletters) do Grupo, que os detalham. Em maio de 2019, a pedido da Comissão Internacional de Estratigrafia, os membros do AWG votaram por ampla maioria que:

1) O Antropoceno deve ser tratado como unidade cronoestratigráfica formal definida por um GSSP;

2) A base do Antropoceno deve ser definida por algum sinal estratigráfico pertencente a meados do século 20 EC.

A definição do Antropoceno usada pelo AWG, como instância da SQS/ICS encarregada da questão, é a seguinte: “O intervalo de tempo geológico atual, em que diversas condições e processos terrestres estão profundamente afetados pelo impacto humano”. Dessa maneira, conquanto as camadas antropogênicas possam ser e de fato sejam em grande parte pré-antropocênicas, e que sua classificação estratigráfica (por exemplo, litoestratigráfica ou aloestratigrafia ou outra) operacionalmente independa da definição formal do Antropoceno como unidade “crono”, é certo que, uma vez realizada tal formalização, o estatuto geológico da ação humana passa a ser também aceito “oficialmente”.

O Tecnógeno

A proposta do Antropoceno, todavia, foi precedida de outras que não tiveram repercussão significativa entre os geocientistas. Provavelmente a mais completa e estruturada foi aquela feita por Ter-Stepanian (1988), no âmbito da Geologia de Engenharia: o período Tecnógeno ou Quinário. Este, sucessor do Quaternário, teria se iniciado há cerca de 10.000 a.P., sendo seu evento de referência a Revolução Agrícola ou Neolítica, a primeira revolução tecnológica. A época do Holoceno, em que formalmente vivemos, consistiria em um período de transição a ser concluída quando todas as paisagens naturais tiverem sido alteradas pela humanidade.

Conforme Ter-Stepanian,

Beginning from the Holocene human activity has increased and became more and more intensive as a result of transition from food appropriation to food production. It should be separated from the common group “activity of organisms” and considered as an independent geological agent increasingly affecting the course of many exogenous and some endogenous processes. [...] The Earth’s face changes quickly. This makes it possible to assert the transition from the Quaternary or the Pleistocene to the Quinary or the Technogene which has begun in the Holocene and will set in completely during the next millennium (TER-STEPANIAN, 1988, p. 133).

O conceito de Tecnógeno, no entanto, teve repercussão no Brasil, orientando pesquisas a partir da década de 1980, sendo

usado para se referir à situação geológico-geomorfológica atual, em que a ação geológica humana ganha destaque significativo, no que tange aos processos da dinâmica externa, em relação à processualidade anteriormente vigente (OLIVEIRA et al. 2005). Para os autores que compartilharam essa concepção, a magnitude das alterações antrópicas, em termos geológicos, justificaria a proposição de que o homem constituir-se-ia como agente ativo nos processos superficiais. O Tecnógeno, aparece, segundo Oliveira et al (2005), como expressão geológica da transformação ambiental global que representa uma contribuição original das geociências no entendimento e enfrentamento da crise ambiental contemporânea. Revisões acerca dessas pesquisas são fornecidas, por exemplo, por Oliveira et al. 2005, Oliveira et al.2019, Peloggia 2018, França Junior et al. 2018 entre outros.

A Geomorfologia no Tecnógeno/Antropoceno

A ação do homem na transformação da fisiografia das paisagens, com a criação de um modelado especial correspondente (o relevo tecnogênico), é, com a influência humana na fisiologia das paisagens (criação e modificação de processos geológicos superficiais) e na criação de depósitos sedimentares correlativos (estratigrafia), uma das três facetas fundamentais do processo que se denomina geotecnogênese: a transformação do ambiente geológico pelo homem (PELOGGIA, 1997). Conforme o mesmo autor,

E, de fato, um dos aspectos mais significativos – e certamente o mais evidente – da ação do homem sobre a superfície da Terra é a modificação do relevo. Essa ação

especificamente geomorfológica, assim considerada, aparece como a expressão resultante da modificação ou neocriação de processos morfoesculturais (erosivos) e de seus depósitos correlativos (depósitos tecnogênicos), sendo, portanto, uma das marcas características do período Tecnógeno (PELOGGIA, 2005 pag. 24).

Nesse contexto, já ressaltava Felds (1958) que a humanidade exerce numerosos efeitos diretos ao executar grandes deslocamentos de massas nos lugares de habitação, na exploração das minas, nos trabalhos marítimos, na agricultura e nas redes das vias de comunicação. Ele age mais ainda pela sua ação sobre o regime das águas, construindo nos cursos d'água as barragens e diques e criando novos cursos d'água e lagos de barragem. Ainda segundo o autor citado, dessa maneira a denudação da superfície da terra se acha ora acrescida, ora atenuada. Mas as ações diretas são largamente ultrapassadas pelas ações indiretas, produzidas pelas intervenções na cobertura vegetal da terra.

Felds (1958) divide as ações geomorfológicas da humanidade em dois grupos:

O grupo 1 compreende os fenômenos nos quais a humanidade, ela mesma, intervém na qualidade de agente geomórfico, com emprego de seus utensílios de trabalho, sempre mais possantes. A atividade antropogenética consegue promover deslocamentos de massas consideravelmente maiores a cada dia, no reino da máquina e com população humana rapidamente aumentada, deslocamentos que se tornam insignificantes comparativamente ao que fez a natureza. Eles deixam intactas as grandes formas da superfície da terra, mas as modificações em

pequena escala se concentram e em certos lugares marcam o aspecto de muitas paisagens a tal ponto que seu estado original torna-se irreconhecível.

O grupo 2, muito mais possante, de ações indiretas, compreende os fenômenos que influem sobre a ação geomorfológica das águas continentais e os obrigam a submeter seu trabalho natural à vontade do ser humano (barragens de hidrelétricas). Os objetivos são eliminar os efeitos nocivos e melhorar, ao contrário, os efeitos favoráveis. O autor ainda destaca os diques de contenção; os leitos artificiais; o desflorestamento, que causam mais danos que os efeitos naturais.

Peloggia (2005) descreve a agência geomorfológica da humanidade como morfotecnogênese, que se dá concretamente sobre situações geológicas prévias, caracterizadas por um arcabouço constituído por formações pré-quaternárias e por uma estrutura superficial que inclui as porções superiores do regolito, as formações superficiais, os solos pedogênicos, os depósitos sedimentares não consolidados e, ainda mesmo, os próprios depósitos tecnogênicos. É sobre tal estrutura rasa da paisagem, caracterizada por certo modelado de relevo e por alguns processos geológicos superficiais (ou de expressão superficial) determinados, inclusive pela ação biológica, em conjunto denominados de ambiente geológico, que serão “esculpidos” os modelados tecnogênicos (terrenos tecnogênicos).

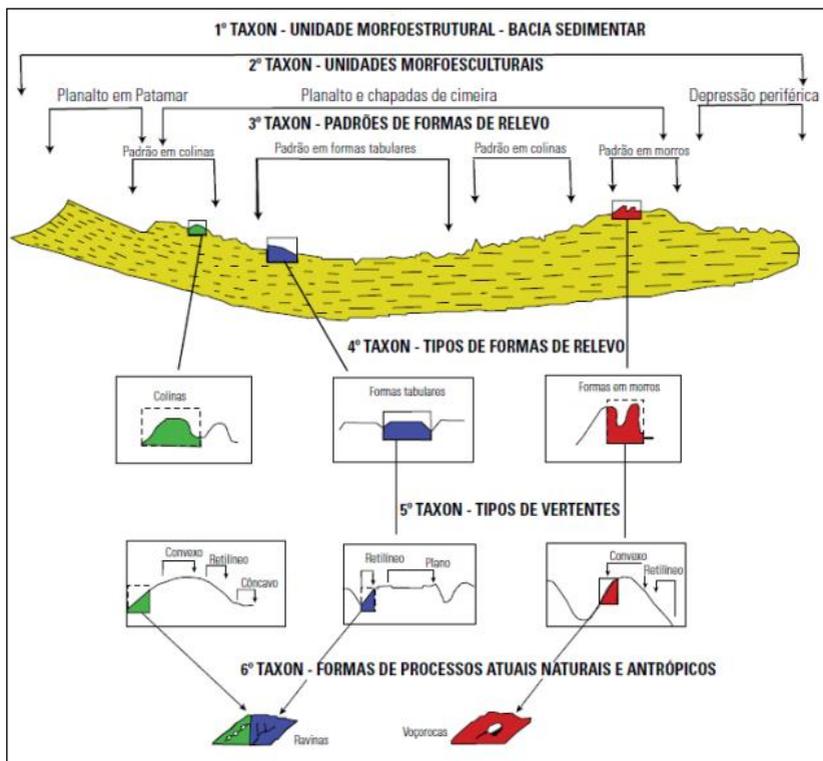
Já os processos tecnogênicos urbanos, segundo Oliveira et al (2005), são caracterizados como a expressão geológica específica de um processo muito mais amplo, a urbanização, refletida principalmente na criação de novos depósitos de encostas e na transformação do ambiente sedimentar das várzeas.

Quanto ao primeiro aspecto, evidencia-se o relacionamento da movimentação de materiais geológicos nas encostas, como muitas vezes no precário processo de apropriação do relevo. Quanto às antigas planícies aluviais, o que se observa é a alteração completa do funcionamento fundamental do rio, em particular, o caráter submersível da antiga planície de inundação, e a substituição da aluviação holocênica pelo progressivo aterramento das planícies.

Já Peloggia et al. (2014) propõem uma classificação genética das formas de relevo tecnogênicas em três categorias principais: formas agradativas, correspondentes às superfícies produzidas por processos de acumulação de material geológico; formas degradativas, resultantes da remoção de material, e; formas movimentadas, indicando superfícies produzidas pelo deslocamento in situ do material. Cotejando tais categoriais com a natureza da ação humana (direta ou indireta), os autores chegam a uma classificação genética de tipos de superfícies tecnogênicas: de escavação, de deposição, de sedimentação, de erosão, deslizamento ou subsidência e, por fim, superfícies mistas.

Por fim, é interessante abordar a inserção do relevo tecnogênico no contexto geomorfológico preexistente à atuação humana. Segundo Peloggia (1998) e Peloggia et al. (2014), é possível relacionar a formação dos relevos tecnogênicos com a taxonomia do relevo trabalhada por Ross (1992). De acordo com este autor, a classificação taxonômica do relevo revela a existência de seis taxa (fig. 3).

Figura 3 - Representação esquemática das unidades taxonômicas de Ross (1992)



O primeiro táxon, mais abrangente espacialmente, corresponde à morfoestrutura. Segundo Gerasimov e Mescherikov (1968) [...] “as morfoestruturas consistem naquelas formas da superfície terrestre que são produzidas pela interação de forças endógenas e exógenas”. Por fim, Lima (1995, p.74) menciona que “[...] morfoestrutura denomina-se àquelas feições em que a forma de relevo e a drenagem estão estreitamente

relacionadas à estrutura geológica, seja ela de caráter dobrado, falhado ou lineagênico”.

O segundo táxon corresponde às unidades morfoesculturais, que são geradas no seio de determinada morfoestrutura pela ação do clima ao longo do tempo geológico (ROSS, 1992). Já no terceiro táxon, chegam-se aos padrões de tipos de relevo ou unidades dos padrões de formas semelhantes, onde começam a serem notados mais facilmente os processos morfoclimáticos atuais. Constituem-se de “[...] conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, bem como do formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente” (ROSS, op. cit., p.19). Dentro de uma unidade morfoestrutural podem estar presentes várias unidades de padrões de formas semelhantes, segundo o autor.

No quarto táxon são identificadas as formas de relevo individualizadas, dentro de cada unidade de padrão de formas semelhantes. Estas podem ser de agradação, como planícies e terraços ou de denudação resultante do desgaste erosivo, como colinas, morros, cristas e outros. As formas de relevo do quarto táxon são agrupadas, considerando-se semelhanças entre si tanto na morfologia quanto na morfometria, ou seja, no formato, no tamanho e na idade (ROSS, op. cit.). O quinto táxon compreende as vertentes ou setores das vertentes que pertencem a cada uma das formas individualizadas do relevo. “As vertentes de cada tipologia de forma são geneticamente distintas, e cada um dos setores destas vertentes também se mostram diferentes” (ROSS, 1992 p.20). Por último, o sexto táxon,

[...] corresponde às formas menores produzidas pelos processos erosivos atuais ou por depósitos atuais. Assim, são exemplos às voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bancos de sedimentação atual, assoreamentos, terracetes de pisoteio, frutos dos processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pelo homem. Pode-se citar ainda as formas antrópicas como corte, aterros, desmontes de morros entre outros (ROSS, 1992, p. 20).

Como pode ser observado, no sexto táxon foram já incluídas por Ross as formas produzidas pela humanidade. Contudo, de acordo com Peloggia (2005), pode-se chegar do sexto até quarto táxon com o relevo tecnogênico. Essa relação entre a formação do relevo tecnogênico e a classificação taxonômica é possível por certo grau de dependência que essas novas formas esculpidas pela atividade humana têm em relação às formas originais. Conforme explica o autor, mesmo sendo drástica a transformação nos aspectos das planícies aluviais, por exemplo, não sendo possível o reconhecimento de suas antigas estruturas, em geral elas continuam a configurar compartimentos relativamente planos e diferenciados do entorno. Ocorre o mesmo com formas antropogênicas inseridas nas vertentes de colinas e morros. Em ambos os casos, apesar de alteradas, as formas maiores ainda continuam reconhecidas como tal, ou seja, como uma planície, como uma colina e como um morro. Já no caso das formas menores ocorre o recobrimento quase completo destas, o que dificulta o reconhecimento das formas originais.

Pode-se considerar, em síntese, que as formas de relevo tecnogênicas se expressam desde a posição inferior (sexto táxon), correspondente a formas menores, até formas de vertentes (quinto táxon) e mesmo, de acordo com a

perspectiva, como tipos de formas de relevo individualizadas (correspondentes ao quarto táxon) (PELOGGIA, op. cit., p. 27).

Já Peloggia et al. (2014) avançam na classificação taxonômica definindo três taxas geomorfológicas tecnogênicas: as paisagens tecnogênicas (correspondendo ao 3º táxon de Ross), os compartimentos de modelado tecnogênico (correspondendo ao 4º e ao 5º táxon) e os tipos de forma de relevo tecnogênicas, correspondendo ao 6º táxon.

Considerações Finais

Há mais de 60 anos, Felds (1958) escreveu, em seu trabalho pioneiro sobre a “Geomorfologia Antropogenética”: “Possam estas linhas ter como objetivo que a geomorfologia se preocupe no futuro muito ativamente dos problemas antropogenéticos e lhes conceda o lugar que merecem”.

Hoje, não sem ter tido de superar grande resistência de geocientistas conservadores em relação aos objetos de suas disciplinas, a relevância da agência geológica e geomorfológica humana está demonstrada. A esperada oficialização do Antropoceno não será o passo final, pois que abrirá campo para uma rediscussão mais ampla acerca do Quaternário, incluindo-se aí o Tecnógeno. Discussão na qual a geomorfologia terá papel relevante, que se somará ao campo já aberto de estudo do modelado e das formas de relevo antropogênicas.

Referências

AB' SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário**. Geomorfologia, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

BOYDEN, S. e HADLEY, M. **The hand of Man**. The Unesco Courier n.7 p.35-37, 1986.

CRUTZEN, P. e STOERMER, E.F. **The “Anthropocene”**. IGBP Newsletter n.41, p.17-18, 2000.

CRUTZEN, P. J., e STEFFEN, W. **How long have we been in the Anthropocene era?**. Climatic Change, 61(3), 251-257. (2003).

FELDS, E. **Geomorfologia Antropogenética**. Boletim Geográfico v.16 n.144, p. 351-357. Rio de Janeiro, 1958.

FRANÇA, P., KORB, C.C. e BRANNSTROM, C. **Research on Technogene/Anthropocene in Brazil**. Quaternary and Environmental Geosciences v.9, n.1, p. 1-10, 2018.

HOOKE, Roger LeB. **On the history of humans as geomorphic agents**. Geology, v. 28, n. 9, p. 843-846, 2000.

OLIVEIRA, A. A. OLIVEIRA, A. M; ANDRADE, M. R. M. **Depósitos tecnogênicos como testemunhos e indicadores de processos geológicos em área urbana degradada em Guarulhos, SP**. Quaternary and Environmental Geosciences v.5 n.1 p.12-27, 2014.

OLIVEIRA, A. M. S; BRANNSTROM, C., NOLASCO, M. C., PELOGGIA, A. U. G., PEIXOTO, M. N. O., e COLTRINARI, L. **Tecnógeno: registros da ação geológica do Homem**. In. Souza, C.R.G. et al. (eds.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto. Holos Editora, 2005, cap.17, p.363-378.

OLIVEIRA, A.M.S.; PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA, A.A. **Tecnógeno-Antropoceno**. In: Oliveira, A.M. e Monticeli, J.J. (eds.) **Geologia de Engenharia e Ambiental**. São Paulo: ABGE, v.2, p.440-452.

PELOGGIA, A.U.G. **A ação do homem enquanto ponto fundamental da Geologia do Tecnógeno: Proposição teórica básica e discussões acerca do caso do município de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências, v. 3, n. 17, p. 257- 268, 1997.

PELOGGIA, A. U. G. **A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo**. Revista do Departamento de Geografia, n.16, p.24-31, 2005.

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. São Paulo, Xamã, 1988.

PELOGGIA, A.U.G. **Os registros geológicos da agência humana como categoria temática de patrimônio**. In: VIII Simpósio Nacional de Ensino e História de Ciências da Terra, Campinas (SP)... Anais, SBG, p.614-620, 2018.

PELOGGIA, A.U.G., SILVA, E.N.; NUNES, J.O.R. **Techogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action**. Quaternary and Environmental Geosciences v.5, n.2, p. 67-81, 2014.

ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia, n.6, p.17-29. 1992.

TER-STEPANIAN, G. **Beginning of the Technogene**. Bulletin of the International Association of Engineering Geology-Bulletin de

l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur, v. 38, n. 1, p. 133-142, 1988.

WILKINSON, B.H.; MCELROY, B. J. The impact of humans on continental erosion and sedimentation. Geological Society of America Bulletin, v. 119, n. 1-2, p. 140-156, 2007.

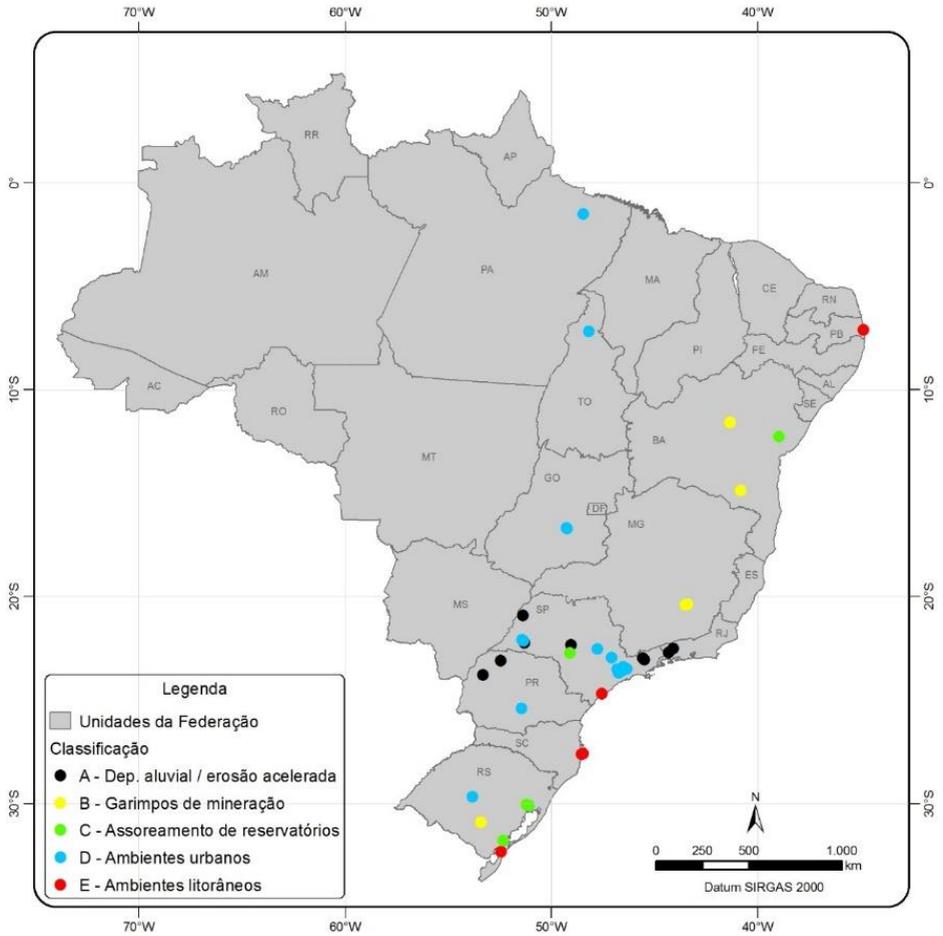
A pesquisa sobre terrenos tecnogênicos no Brasil: o tecnógeno e o antropoceno tal como registrados no relevo e na estratigrafia

*Pedro França Junior
Carina Cristiane Korb
Alex Ubiratan Goossens Peloggia*

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma retrospectiva de algumas das principais pesquisas relacionadas à identificação e caracterização de terrenos tecnogênicos no Brasil, buscando a atualização dos levantamentos anteriores que já trataram do assunto (Oliveira et al. 2005; Oliveira, Machado 2013; Peloggia, 2018; França Junior, Korb e Brannstrom, 2018).

A classificação dos estudos de caso tomou por base os ambientes tecnogênicos de deposição, critério que permitiu a organização da pesquisa em: Terrenos Tecnogênicos em Ambientes Aluviais; Assoreamento de Reservatórios; Terrenos tecnogênicos em ambientes urbanos e periurbanos; Terrenos tecnogênicos de ambientes minerários; e; Terrenos tecnogênicos em ambientes litorâneos. Os trabalhos foram selecionados conforme a tipologia dos ambientes tecnogênicos pré-definidos.

Figura 1 - Localização geográfica das pesquisas identificadas sobre o Tecnógeno no Brasil.



Organização: Autores, 2020.

Condicionamentos geohistóricos

Os terrenos tecnogênicos constituem-se como registros correlativos da agência humana na paisagem, que se efetua por meio das intervenções realizadas ao longo do processo de ocupação do território e da apropriação do relevo. No Brasil, as manifestações tecnogênicas mais estudadas, como observado por Korb (2006), estão relacionadas notadamente aos contextos de expansão e declínio de fronteiras agrícolas (interior de São Paulo, Rio de Janeiro e Norte do Paraná), à mineração (Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul) e à urbanização (São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás, dentre outros).

Cabe-se destacar que o processo de ocupação foi distinto na longa duração da história brasileira pós-1500, e por isso é importante compreender também como se deram os ciclos econômicos e os problemas ambientais decorrentes, uma vez que a magnitude e intensidade da ação humana sobre as dinâmicas da natureza variam no tempo-espaço, de acordo com os diversos arranjos socioambientais e o nível de desenvolvimento tecnológico dos diferentes grupos sociais.

Peloggia e Ortega (2016) destacam a recorrência geohistórica de desastres ambientais no sudeste do Brasil. Na primeira parte trazem a informação do ciclo econômico da mineração e a crise ambiental gerada em Minas Gerais no século XVIII. Esta crise ambiental foi gerada pelo revolvimento de cabeceiras de drenagem, desmonte de vertentes, assoreamento de rios, que foram registradas por Eschwege, no século XIX, e pelo escritor Euclides da Cunha, no início do século XX.

Como destacam os autores, estas atividades relacionadas ao ciclo do ouro e diamante em Minas Gerais, criaram uma paisagem tecnogênica de mais de 4 mil km². No entanto, poucas são as pesquisas sobre os registros desse episódio de resistasia antropogênica na paisagem e na estratigrafia. Mas, certamente, a degradação de ambientes, o custo da riqueza do ouro e diamante, ficou como legado assim como as marcas escravistas. Outra fase está relacionada ao ciclo do café, que causou um impacto catastrófico no Sudeste, que ficaram registradas nos sedimentos tecnogênicos desta fase. Destaca-se inicialmente o desmatamento intensivo com a substituição por cultivos que, plantados em linha vertente abaixo, propiciavam a erosão acelerada geradora da carga sedimentar que entulhou os vales, primeiramente nos vales do rio Paraíba do Sul (RJ-SP), depois para as demais regiões do Sudeste. Os registros sedimentares são correlativos dessa degradação, e comprovam como registros arqueológicos, que segundo Peloggia e Ortega (2016) “dessa forma imediatista, inconsequente e oportunista na apropriação do relevo de forma ‘episódica e transitória’”.

Conforme os autores:

Enfim, os estudos citados demonstram que o café produziu uma crise ambiental significativa em função do desmatamento extensivo e das práticas agrícolas inadequadas, o que não se deveu ao desconhecimento das suas consequências, mas a imposição repetitiva de uma lógica econômica de mentalidade colonial

A terceira fase corresponde à industrialização e urbanização acelerada da região sudeste do Brasil. Esta fase destaca-se pela crise geoambiental gerada pelo desenvolvimento industrial, a modernização da agricultura que conduziram a

urbanização acelerada. Ambos os processos foram “desiguais e excludentes”. Os autores destacam que em decorrência da industrialização muitas áreas foram desmatadas, rodovias foram construídas e grandes áreas foram urbanizadas. Esta lógica levou a produção de resíduos, modificação do relevo, criação de terrenos artificiais e, por fim, a produção de sedimentos. “A partir da lógica de produção do espaço que, conquanto capitalistas-industriais, mantém muito da perversidade da mentalidade colonial” (pag. 70).

Terrenos Tecnogênicos em Ambientes Aluviais

Planalto Ocidental Paulista

Estudos como os de Queiroz Neto e Journaux (1978) e Bittencourt (1978) são citados como precursores deste tema, por identificarem a ocorrência de depósitos associados e eventos causados pela humanidade (Oliveira, 1990). No entanto, a abertura de um campo de estudo sistemático e teoricamente embasado teve início logo a seguir, com os estudos desenvolvidos no Planalto Ocidental Paulista, referenciados já nos conceitos de depósitos tecnogênicos e de Tecnógeno, provenientes da Geologia soviética.

O artigo fundamental e mais influente desse conjunto inicial de pesquisas foi “Depósitos Tecnogênicos Associados à Erosão Atual”, de Oliveira (1990). O trabalho inova ao introduzir a classificação tripartite dos depósitos tecnogênicos (construídos, induzidos e modificados), bem como introduz o uso do método estratigráfico na interpretação correlativa do perfil geológico com

episódios de uso da terra e consequentes desequilíbrios na dinâmica dos processos superficiais, assim como efetua a caracterização morfológica dos depósitos.

As pesquisas sobre as deposições fluviais e erosão acelerada, podem ser compreendidas nas pesquisas de Oliveira et al. (1992) e Oliveira e Queiroz Neto (1994), que pesquisaram os processos tecnogênicos os quais implicaram na mobilização de materiais superficiais e consequente acumulação nas planícies de inundação e várzeas ocorridas no Planalto Ocidental Paulista. No primeiro trabalho os autores trazem o exemplo de Andradina e Bauru, contudo ambos os trabalhos resultam na identificação dos processos erosivos nesse compartimento geomorfológico os quais revelaram a ocorrência de depósitos tecnogênicos.

Tais trabalhos abriram uma linha de pesquisa que se desenvolve até hoje e, nesse sentido, Brannstrom e Oliveira (2000) identificaram ocorrências de aluvião pós-assentamento e pré-assentamento (paleossolos) no oeste paulista evidenciando a alteração dos canais e das planícies de inundação por conta das alterações no uso do solo.

Recentemente, Oliveira e Queiroz Neto (2019) denominaram estes depósitos tecnogênicos como “Aloformação Andradina”, como registro do quadro geológico e ambiental configurado pela ação humana no Planalto Ocidental Paulista.

Também nos ambientes aluviais do Oeste Paulista, Dias (2020) se propôs a investigar as transformações na paisagem ocorridas na bacia hidrográfica do rio Mandaguari, tendo como foco analítico as deposições tecnogênicas ocorrentes nos fundos de vale desta área. Segundo o autor, as deposições tecnogênicas

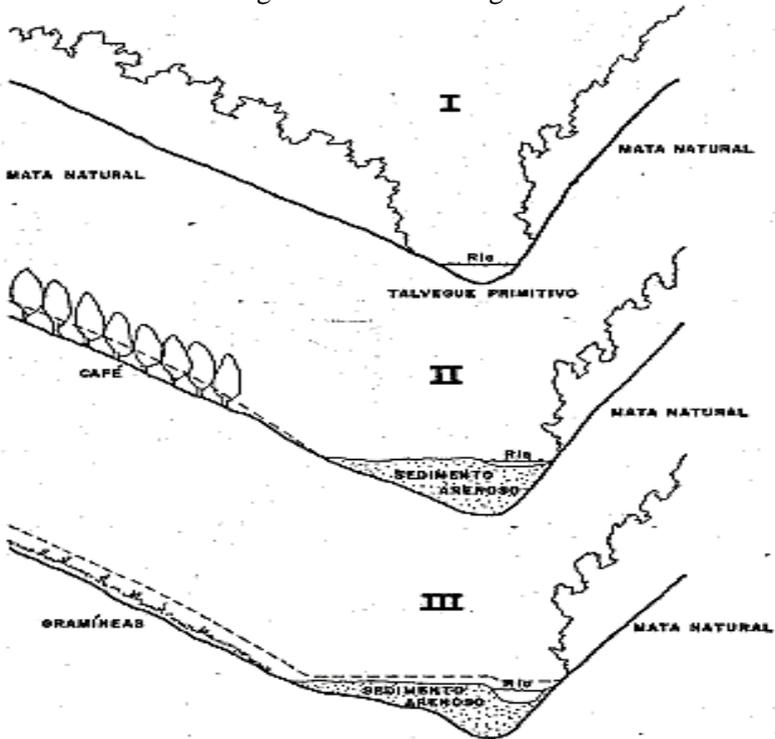
amostradas evidenciam as transformações ocorridas nos processos de dinâmica superficial ao longo do tempo, atreladas as transformações no uso da terra, dominado por áreas de pastagem, cultivos agrícolas e áreas urbanas, essas últimas associadas as cabeceiras de drenagem. Os referidos usos, desprovidos de uma racionalidade conservacionista, atuaram para o surgimento de inúmeras fontes de produção de sedimentos, que entulharam os fundos de vale, resultando em inúmeros depósitos induzidos.

Os métodos adotados pelo autor permitiram caracterizar as deposições tecnogênicas do ponto de vista composicional, sendo o material constituinte oriundo dos processos erosivos instalados nas vertentes, intensificados pelo uso da terra implementado na área, responsáveis pela produção dos sedimentos que entulharam os fundos de vale e, posteriormente, foram retrabalhados pelo canal de drenagem. Segundo o autor a detecção da concentração de metais pesados nos perfis amostrados permitiu tecer as seguintes considerações: as baixas concentrações de cobre, chumbo e cromo, obtidas sinalizam que a bacia ainda mantém a sua qualidade ambiental, mesmo após intensa degradação deflagrada pelos usos da terra, a exemplo do incremento da erosão e do assoreamento, além do lançamento de efluentes não tratados, como ocorre no córrego Gramado, afluente do rio Mandaguari, e deposição de resíduos sólidos urbanos.

Noroeste do Paraná

Bittencourt (1978) foi pioneiro ao descrever a evolução das vertentes da bacia do ribeirão do Rato no Noroeste do Paraná, fazendo relação com as mudanças no uso da terra.

Figura 2 - Evolução de uma secção do ribeirão do Rato desde quando a bacia hidrográfica era coberta por florestas até a situação atual. Esquema montado a partir de observações no local e informações de antigos habitantes da região.



Fonte: Bittencourt, 1978.

O autor descreve a figura:

Quando a floresta cobria a bacia, o ribeirão possuía um talvegue íngreme, encaixando-se em rocha arenítica e um tanto calcífera da Formação Caiuá, sem haver grande acúmulo de sedimentos arenosos em seu leito. Houve então um intenso desmatamento seguido de plantio de café. O café, sendo cultura que demanda de capinas periódicas entre as carreiras, confere à superfície uma grande desproteção. Neste período, houve uma erosão muito violenta na bacia hidrográfica, que provocou uma intensa colmatação no leito do rio. Em pouco tempo, o solo perdeu sua fertilidade, tornando-se inviável à cultura cafeeira. O café foi erradicado, cedendo lugar a pastagem, que como foi mencionado anteriormente, protege o solo de forma mais efetiva que o café. Atualmente o rio esculpe seu leito sobre os sedimentos da fase anterior, carregando muito do material arenoso acumulado (BITTENCOURT, 1978 pag. 65).

Muratori (1997) descreveu a gênese de microdesertos edáficos na neopaisagem no Noroeste do Paraná (Paranavaí). Segundo a autora, a intensificação da atividade humana, a partir da década de 1940, dada pela retirada da cobertura florestal e intensa ocupação agrícola através da expansão cafeeira do estado de São Paulo, passou a acelerar processos modificadores da paisagem existente na região Noroeste do Paraná. Essas modificações, ao determinarem novas condições de desequilíbrio ambiental, provocaram o esgotamento de solos desencadeando processos erosivos acelerados, formação de depósitos tecnogênicos relativos à pré-desertificação, sob forma de microdesertos edáficos.

Este processo pode ser compreendido na figura 03 oriundas da pesquisa de França Junior e Souza (2014), onde os autores descrevem o processo de erosão e posterior assoreamento dos fundos de vale da região noroeste do Paraná.

Figura 3 - Feições erosivas na área rural de Paranavaí, 1963;



Organização: Fotos do Acervo pessoal de Ermínio Kaiser; publicados por França Junior e Souza (2014).

França Junior (2010) observou que ocorreu a sedimentação de solos oriundos das vertentes, ou seja, sedimentos edáficos discutidos por Muratori (1997) que foram translocados para os fundos de vale por meio da erosão acelerada nas culturas rurais e foram intensificadas nas áreas urbanas. Com isso formaram-se camadas de sedimentos aluviais com distintos depósitos tecnogênicos nas planícies aluviais do córrego Pinhalzinho II em Umuarama (Noroeste do Paraná). O autor também mostrou as mudanças fluviais ocasionadas pelo assoreamento do canal no decorrer de 1970 a 2009, destacando a erosão marginal, divagamento e ampliação da largura do canal. O autor relatou que os processos erosivos nas cabeceiras de drenagem associadas ao

aumento do deflúvio provocadas pela urbanização, promoveram o deslocamento de toneladas de sedimentos até pontos onde o canal não possui vazão suficiente para transportar os sedimentos e acabaram depositando nas planícies fluviais e formando as camadas de depósitos tecnogênicos (França Junior e Souza, 2011, 2014).

Vale do Paraíba

Outra linha de pesquisa acerca dos terrenos tecnogênicos de agradação de caráter sedimentar induzido foi introduzida por Capellari e Peloggia (2012), caracterizando os aluviões antropogênicos da bacia do Rio Una, em Taubaté (Vale do Paraíba Paulista). Tais estudos vieram se associar a trabalhos anteriores no campo da estratigrafia do quaternário do Vale do Paraíba nas áreas fronteiriças entre os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, que identificaram e datam geocronologicamente depósitos tecnogênicos coluviais e aluviais associados aos processos de degradação paisagística produzidos pelo Ciclo do Café. Destacam-se nessa nova linha os trabalhos de Peloggia (2015, 2016, 2019) e Peloggia et al. (2015), que definem e descrevem a aloformação Rio Una, bem como outros níveis de terraços aluviais antropogênicos mais recentes, discutindo seu significado em termos estratigráficos, geoambientais e de arqueologia da paisagem. Dentre as características notáveis dessas ocorrências destacam-se o caráter anômalo da sedimentação (imaturidade textural e mineralógica dos sedimentos, estruturas sedimentares associadas a padrões entrelaçados), a morfologia de terraços e a ocorrência de

fragmentos de artefatos, ou tecnofósseis (vidro, cerâmica, porcelana), e microartefatos (vidro).

Terrenos Tecnogênicos de Assoreamento de reservatórios

Quando se constrói um reservatório altera-se a característica hidráulica do trecho compreendido entre a barragem e a seção à montante, muda-se o estado de equilíbrio do fluxo, ocasionado pela construção, conduzindo-se a uma série de transformações no processo fluvial, proporcionando-se a desaceleração do movimento das partículas na direção da corrente, fazendo com que as partículas sólidas como pedregulhos e areias grossas se depositem mais próximas da entrada do reservatório (final do remanso), quanto maior o seu diâmetro (CABRAL, 2005).

De acordo com o mesmo autor, o assoreamento é o principal problema que afeta os lagos implicando na diminuição do volume de água utilizável, e reduzindo a quantidade de energia gerada, tendo como causa principal a água da chuva que transporta sedimentos em suspensão ou diluição e que são retidos através da sedimentação/decantação e pelo atrito com a superfície de fundo. Os sedimentos, sujeitos ao arrasto, são retidos na entrada do reservatório e nos afluentes formando um delta pluvial. Esses sedimentos são originados do solo exposto devido à retirada da vegetação e esgotamento do mesmo pelo uso inadequado, ocasionando o assoreamento dos reservatórios.

Os principais fatores que contribuem para o transporte dos sedimentos são vários, podendo ser citado: quantidade e

intensidade das chuvas; tipo de solo e formação geológica; cobertura e uso do solo; topografia; erosão das terras; escoamento superficial; característica dos sedimentos; e as condições morfológicas do canal.

A pesquisa de Oliveira (1994) é também um dos trabalhos pioneiros sobre terrenos tecnogênicos do Terciário do Brasil, e representa exemplo de aplicação na referida abordagem no que diz respeito à análise da produção de sedimentos em bacias hidrográficas e ocorrência de depósitos de assoreamento em reservatórios, correlativos a essa produção, associada ao histórico de uso do solo. O autor realizou a aplicação do método adotado pelo Manual “Sedimentation Engineering”, da American Society of Civil Engineers (Vanoni, 1977 apud Oliveira et al, 2005), utilizando nas determinações de produção de sedimentos, baseado na prospecção via sondagem em depósitos ocorrentes em fundos de vales. Por meio da ocorrência de depósitos tecnogênicos nesses setores de bacias de pequeno porte (20 a 30Km²) na represa do rio Capivara, afluente do Paranapanema (SP). O autor determinou taxas de 2.900m³/km²/ano de sedimentação para bacias com uso de solo urbano no período de 1935 a 1962 e de 600m³/km²/ano de sedimentação em bacias com uso agrícola entre os anos de 1967 a 1991. Foram encontrados nos depósitos, artefatos manufaturados pelo homem moderno tais como: plásticos, borracha, vidro etc.

Viana et al (2000) pesquisaram as influências e consequências da ação tecnogênica nos aspectos hidromorfológicos da represa Mãe d’Água do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS), em Porto Alegre. Por meio do reconhecimento dos processos atuantes no reservatório e na área

ocupada à montante desse, as autoras realizaram a sondagem e coleta de amostras de sedimento superficial para caracterizar os depósitos e analisar o processo de assoreamento e eutrofização acelerado nos últimos anos. De acordo com as autoras, a acelerada apropriação do espaço nas encostas do morro Santana permitiu a alteração da dinâmica de erosão e deposição no lago com conseqüente modificação em sua hidrodinâmica. A ocupação intensa e o desmatamento do morro vêm ocasionando uma contínua erosão das encostas cujo material acaba sendo carregado em direção aos corpos d'água, depositando-se no referido corpo d'água, o que provoca seu progressivo assoreamento.

Rossato (2000) na mesma perspectiva de abordagem tecnogênica e na tentativa de entendimento da aceleração do tempo geomorfológico pelas atividades e ocupação humana, a autora analisa a formação de depósitos tecnogênicos no reservatório Lomba do Sabão em Viamão (RS), associados aos processos de assoreamento. Por meio do mapeamento da cobertura vegetal, caracterização dos depósitos quanto a sua estrutura e gênese, a autora quantificou a área assoreada, explicando a morfogênese dos depósitos reconhecidos. De acordo com a autora, este reservatório sofreu significativa ação tecnogênica ao longo dos 28 anos estudados (1972-2000). Ações e alterações positivas, como o aumento da área de mata, por meio, em parte, da regularização da condição do Parque Saint Hilaire como área de preservação permanente, e alterações negativas como o considerável incremento das áreas assoreadas.

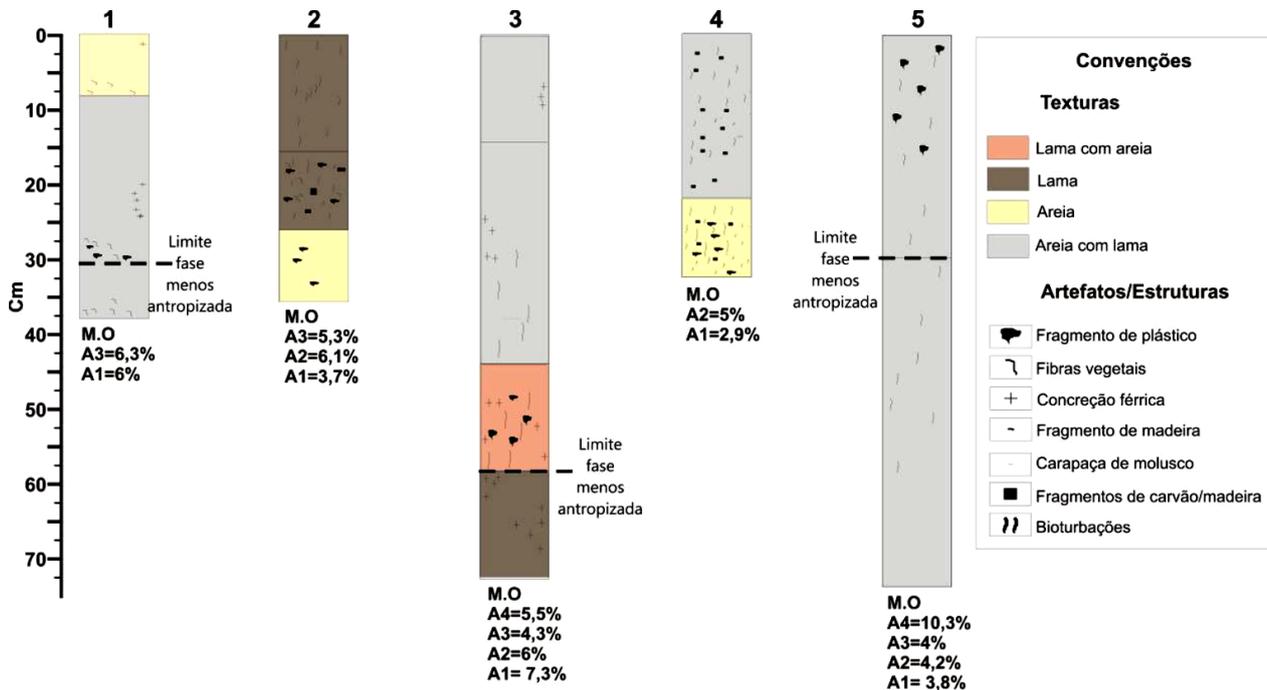
Neto et al, (2005) analisaram as alterações tecnogênicas na dinâmica do conjunto de lagoas em Feira de Santana (BA), desencadeadas pela ocupação e também extração mineral de

argilas. A abundância de água nessa região tornou-se o atrativo principal às comunidades do interior semiárido que têm a economia local concentrada na pecuária e comércio. Esse fenômeno possibilitou, por meio da migração regional, a rápida ampliação da malha urbana, o que desencadeou transformações na dinâmica das lagoas localizadas nas proximidades. Esses corpos d'água foram atingidos, principalmente, por aterros para ocupação, despejos de efluentes domésticos com consequente eutrofização, construção de pequenos reservatórios, segmentação e bloqueio de canais de escoamento pela construção de estradas. As lagoas localizadas em áreas rurais passaram a sofrer transformações pela substituição da vegetação natural por pastagens, construção de estradas e extração de argila, areia e rocha utilizadas na construção civil.

Korb (2006) estudou o reservatório da barragem Santa Bárbara em Pelotas (RS) com o objetivo de analisar a formação e constituição dos depósitos sedimentares derivados de assoreamento neste reservatório. Para tanto, a autora mapeou o uso e a ocupação do solo da bacia hidrográfica deste corpo d'água, referente a duas épocas: 1988 e 2002. Na sequência, os depósitos foram caracterizados e classificados, de acordo com sua estrutura, gênese e composição. Para isto, foi feito testemunhagem na confluência de cada um dos cinco afluentes. Cada testemunho foi descrito quanto a sua coloração; parâmetros texturais; concentração da matéria orgânica; identificação de artefatos humanos; e concentração de metais pesados (Pb, Cu, Cr, Zn). Estas análises morfológicas permitiram a delimitação de fases de menor e maior antropização do reservatório. A análise de metais pesados indicou Índice de geoacumulação (Igeo) de Classe 1, ou seja, pouco a moderadamente poluídos. Todos esses parâmetros permitiram uma classificação aproximada dos

depósitos em: “depósitos tecnogênicos induzidos sedimentares estratificados aluviformes de ambiente urbano e também rural (figura 04).

Figura 4 - Representação esquemática dos testemunhos - Textura e constituição.



Fonte: Korb, 2006.

Terrenos tecnogênicos em ambientes urbanos e periurbanos

Região Metropolitana de São Paulo

Pouco tempo depois da introdução dos conceitos de depósitos tecnogênicos e do período Tecnógeno no Brasil, ainda no início da década de 1990, tiveram início os trabalhos de investigação em contextos urbanos. O trabalho pioneiro nesse campo foi o de Peloggia (1994), que descreve os depósitos de “coberturas remobilizadas” na cidade de São Paulo, em termos de processos de formação, constituição e comportamento geotécnico. As pesquisas desse autor prosseguiram de forma a trabalhar o conceito de “Geologia do Tecnógeno” de forma abrangente, abordando desde os condicionamentos da agência geológico-geomorfológica humana até a questão do método de seu estudo. Os trabalhos de maior repercussão foram o artigo “A ação do Homem enquanto ponto fundamental da Geologia do Tecnógeno” (Peloggia 1997) e o livro “O Homem e o Ambiente Geológico” (Peloggia, 1998), resultante da tese de doutorado do autor.

O autor citado analisou a formação de depósitos tecnogênicos de encostas e as transformações morfosedimentares nas várzeas da cidade de São Paulo, caracterizando o “Tecnógeno urbano” como fruto de amplas relações na produção da natureza. O autor tomou como referência as proposições metodológicas, propostas por Ab’ Saber (1969), para os estudos do Quaternário, que possibilitou um avanço no caminho analítico dos ambientes tecnogênicos. Em síntese, a ação humana, ponto central da abordagem, tem consequências que podem ser referidas em três níveis de abordagem: na modificação do relevo e alterações fisiográficas; alterações na fisiologia da paisagem e na criação de

depósitos superficiais correlativos. Partindo da história geológica e geomorfológica dos terrenos nos quais se edificou e se expandiu a cidade de São Paulo, o autor aplica os níveis de abordagem da ação humana, que se associam às mais graves situações de risco geológico. Essas situações de risco relacionam-se predominantemente não a maciços naturais, mas às particularidades referentes à precária ocupação urbana sobre as várzeas, vertentes dissecadas e sobre os aterros de bota-fora e coberturas remobilizadas - os depósitos tecnogênicos.

Os estudos sobre os terrenos tecnogênicos urbanos e periurbanos, agora expandidos para a Região Metropolitana de São Paulo, desenvolveram-se nos anos 2000 e 2010, resultando nos primeiros mapeamentos de detalhe e semidetalhe, bem como a aplicação de novas classificações de terrenos e formas de relevo tecnogênicas.

Rodrigues (2005) demonstrou como formas originais semelhantes de alguns setores da metrópole paulista podem ser progressivamente derivadas em diversas formas antropogênicas. A autora partiu do reconhecimento cartográfico das unidades morfológicas originais para, posteriormente, considerar a sequência de intervenções antrópicas nas formas e na distribuição de materiais superficiais. Procurou demonstrar como é possível identificar unidades espaciais semelhantes em suas combinações de morfologia original e antropogênica e como os processos atuais são dependentes do histórico da produção dessa nova morfologia urbana. Com isso, propôs a identificação dessas unidades para compor diversos instrumentos de planejamento urbano.

As transformações do relevo de áreas urbanas também estiveram descritas por Peloggia (2005), tendo como locus de análise a cidade de São Paulo. Nesta pesquisa o autor esboçou um quadro amplo da evolução e das características da morfotecnogênese do município, configurando a superposição de um quadro geomorfológico novo, e antropizado, ao sítio urbano original.

Figueira (2007) desenvolveu sua pesquisa no município de São Paulo, analisando os processos tecnogênicos na forma de sistemas (ST- sistemas tecnogênicos), utilizando o contexto da evolução histórica. Os sistemas de canais e reservatórios foram descritos a partir da drenagem de amplas várzeas, a retificação dos rios e posteriormente a ocupação dessas áreas por inúmeras obras de infraestrutura, com avenidas e ruas; o segundo ST está relacionado à necessidade de matérias primas para a construção civil, o que acarretou no ST de mineração, marcado pela intensa lavra de brita e areia aluvionar, e este último foi substituído por lavagem de manto de alteração de rochas graníticas-gnáissicas; o terceiro ST de resíduos é complexo, formado por distintos materiais, antigos lixões, atuais aterros e depósitos de assoreamento acumulados nos piscinões, que são remanejados para os aterros e comprometem o tempo útil desses locais; o último sistema tecnogênico ST é o de movimentos de massa, que se desenvolvem sobre os depósitos inertes, que, com ST de áreas contaminadas, podem prejudicar a população que vier a morar nestes locais. A pesquisa, ao abordar os processos e produtos tecnogênicos de forma sistêmica, identificou a dinâmica, interação e evolução de um sistema para o outro, demonstrando uma nova forma de compreender os problemas ambientais e urbanísticos de uma cidade como São Paulo.

Mirandola (2008) demonstra os problemas relacionados dos depósitos tecnogênicos em áreas de risco. O autor relata que a ação transformadora do homem na ocupação de assentamentos, por meio da execução de cortes nas encostas, na geração de novos depósitos ou na modificação da dinâmica das águas superficiais, vem provocando alterações tecnogênicas, as quais intensificam, direta ou indiretamente, processos geológicos do meio físico, como os escorregamentos. Essa ação constante e efetiva sobre essas áreas potencializa a deflagração desses processos, que pode atingir uma grande quantidade de moradias, causando danos econômicos e sociais. Para desenvolver a pesquisa, o autor aplicou cartas de risco geológico, que classificam qualitativa e quantitativamente as áreas que apresentam risco de escorregamento, facilitando o diagnóstico e a caracterização do problema e a indicação de intervenções adequadas ao controle e gerenciamento de riscos. O autor discute os aspectos relativos ao acréscimo de uma nova proposta de classificação do Tecnógeno, do mapeamento de feições, depósitos e vetores tecnogênicos, da análise da carta de eixos de escoamento superficial e da setorização do Tecnógeno ao método usual de elaboração de cartas de risco. Utilizou a favela Real Parque em São Paulo para o desenvolvimento da carta de risco, e em sua elaboração aperfeiçoou a análise do risco de escorregamento, aumentando o detalhe nas observações de campo e possibilitando a identificação de novos setores, os quais apresentam graus de risco mais elevado do que aqueles observados pelo método usual.

Braga et al (2016) analisaram os riscos geológicos do bairro Jardim Fortaleza na cidade de Guarulhos (SP), por meio do modelo fenomenológico da bacia, que identificou suscetibilidade a escorregamentos e riscos em função das características do relevo, do substrato geológico, da forma de ocupação e dos

terrenos artificiais produzidos; e a caracterização geológico-geotécnica da área de risco mais significativa, associada ao mapeamento de detalhe das camadas naturais e tecnogênicas, e a identificação sistemática de indicadores de processos destrutivos e o cadastramento/setorização das moradias afetadas. O bairro analisado fica localizado na porção sul da cidade, sobre terrenos colinosos de sedimentos Terciários da Bacia de São Paulo e em planícies de origem aluvial com coberturas tecnogênicas. Estas coberturas foram realizadas pela terraplanagem extensiva, que movimentou grandes volumes de materiais geológicos os quais preencheram os fundos de vale para implantação dos lotes. Os resultados foram determinados conforme cadastro e cruzamento de informações de dados ambientais como, declividade, solos, substrato rochoso. Obtiveram três níveis de suscetibilidade (baixo, média e alta), e três níveis de risco (alto, médio e baixo).

Os autores descrevem que o mapeamento com a correlação da constituição do terreno permitiu a identificação dos processos destrutivos potenciais. Cita-se que em um dos setores a cobertura geológica trata-se de depósitos tecnogênicos construídos recentes, resultantes de movimentação de material geológico para a implantação de moradias, ocorrendo localmente depósitos de ocupação formados por restos de antigas moradias demolidas ou massas escorregadas (depósitos induzidos). Estas camadas sobrepõem-se a camadas naturais de solos lateríticos ou a solos de alteração de rochas metamórficas foliadas.

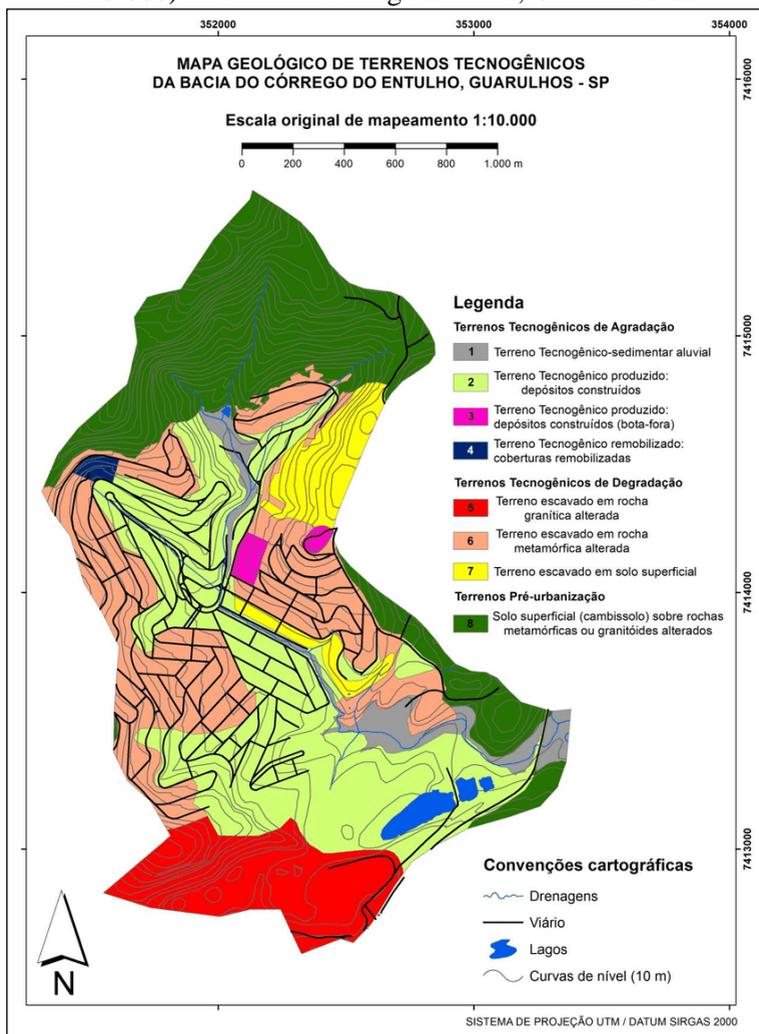
Estes materiais sobrepostos são depósitos tecnogênicos, possuem a característica de serem pouco estáveis, e são passíveis de movimentações de massa. Este processo pode ser intensificado em cortes, ou em criação de patamares para moradias, que pode agravar a situação de risco. No mapeamento os autores

classificaram os tipos de materiais, ou seja, os tipos de depósitos tecnogênicos do bairro: Depósito construído (aterro lançado); remobilizado (cobertura remobilizada); de ocupação (restos de demolição); induzido coluvial (massa escorregada); solo superficial ou colúvio; solo de alteração de rocha ou saprólito. Nos mapas e figuras as descrições ficam mais nítidas, aonde os autores exemplificam os problemas.

No mapeamento cadastral de cada imóvel, estes foram classificados em função de sua situação individual: risco alto, médio e baixo. Os autores concluem que a aplicação dos métodos permitiu uma visão geral do quadro de suscetibilidade e risco, e que estes servem de subsídio para intervenções, bem como destacam o quão problemático são os terrenos formados por depósitos tecnogênicos em encostas.

A pesquisa de Vitorino et al (2016), também foi realizada na cidade de Guarulhos (SP), na bacia do rio Entulho. Os autores fizeram um mapeamento das características geoambientais do substrato rochoso, aspectos do relevo, e os terrenos tecnogênicos produzidos pelos agentes antrópicos, bem como os materiais utilizados para a formação destes. De acordo com os autores essa bacia hidrográfica possui uma ocupação extremamente problemática e bastante recente. O loteamento Fortaleza foi licenciado pelo município em 1977 e implantado durante a década de 1980. A forma como esse loteamento foi implantado gerou grande degradação ambiental, como desmatamento, grande movimentação de terra e alteração dos cursos d'água, sendo que quase 60% da área da bacia foram aterradas. Este trabalho representa uma forma de mapear os terrenos tecnogênicos (figura 5).

Figura 5 - Mapa Geológico dos terrenos tecnogênicos (escala original 1:10:000) da bacia do córrego Entulho, Guarulhos- SP.



Fonte: Vitorino et al, 2016.

Os terrenos tecnogênicos mapeados são descritos na legenda como, os Terrenos de agradação: terreno tecnogênico-sedimentar aluvial; Terreno tecnogênico produzido: depósitos construídos; Terreno tecnogênico produzido: depósitos construídos de bota-fora; Terreno tecnogênico remobilizado: coberturas remobilizadas. E os de degradação: Terrenos tecnogênico em rocha granítica alterada; Terreno escavado em rocha metamórfica alterada; Terreno tecnogênico escavado em solo superficial. Terrenos Pré-urbanização: solo superficial sobre rochas metamórficas ou granitoides alterados.

Os processos tecnogênicos que levaram a constituição da paisagem deste bairro foram a apropriação do relevo pela urbanização, por meio de extensos movimentos de terra. Ao se condicionar pelos limites do divisor de águas da bacia configurou um sistema tecnogênico específico e restrito, em que se observou um fluxo de material geológico diferenciado em três momentos: o primeiro, de caráter produzido, com material escavado das porções médias e baixas; o segundo de caráter induzido, com material erodido nos terrenos de corte ou aterro e depositado no fundo de vale; e um fluxo terciário, para jusante pelo talvegue e para fora da bacia resultante da erosão dos depósitos induzidos.

No caso da bacia do córrego do Entulho, os terrenos tecnogênicos e sua expressão geomorfológica, registram uma forma particular de implantação (loteamento residencial por terraplanagem de corte e aterro), típica de um contexto histórico (a urbanização periférica horizontal acelerada) em que se verifica uma maneira específica de se entender a apropriação do relevo sob a ótica do lucro, e não da sustentabilidade. Quanto a análise estratigráfica, os depósitos encontrados foram determinados como unidades litoestratigráficas ou aloestratigráficas, descritos

como “formação tecnogênica Jardim Fortaleza” os depósitos construídos, e os depósitos tecnogênicos aluviais de: “Formação Tecnogênica de Córrego do Entulho”. Os autores destacam em suas conclusões a importância do mapeamento dos terrenos tecnogênicos, bem como das metodologias adotadas para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao estudar a história da ocupação e as decorrentes alterações geoambientais na região do Cabuçu, Guarulhos (SP), sob a perspectiva geotecnogênica, Marques e Oliveira (2014) desenvolveram a cartografia geotecnogênica da região. Foram elaborados dois mapas. O primeiro constitui o Mapa do Tecnógeno (que revela a transformação da paisagem natural em paisagem biotecnogênica e geotecnogênica). O segundo, identifica as classes dos terrenos dessa paisagem tecnogênica (modificado, escavado, produzido, preenchido e misto).

Recentemente, Peloggia (2019) estudou a evolução pós-tecnogênica da paisagem (processos geomorfológicos e formação de biomas antropogênicos) em uma área de expansão urbana no município de Guarulhos (SP), denominada Parque Continental II. O processo de formação dos terrenos antropogênicos da área, ocorrido na década de 1990, estudado anteriormente por outros pesquisadores (assim como sua cobertura vegetal), insere-se num sistema tecnogênico de urbanização periférica que implicou processos de degradação (escavação) e agradação (aterramento e sedimentação induzida correlativa à erosão acelerada). A particularidade do caso estudado consiste em que o processo de urbanização propriamente dito (loteamento) não foi implementado, tendo os terrenos evoluído sem intervenções significativas após os distúrbios iniciais. Foram revisados e atualizados o mapeamento e a classificação desses terrenos

artificiais, caracterizados os processos de evolução geomorfológica e verificadas as particularidades dos fenômenos de sucessão ecológica, de forma a caracterizar um sistema de sucessão tecnogênica, ou seja, um conjunto de comunidades ecológicas desenvolvidas em uma paisagem fortemente impactada pela agência geológica humana. Em função da relação entre tais comunidades (ou subsistemas de sucessão tecnogênica) e as características do substrato tecnogênico, foram classificadas e mapeadas áreas de tecnobiomas (ecossistemas formados por associações de espécies e novos substratos derivados da transformação da paisagem).

Santos et al (2017) mapearam e analisaram os terrenos e os processos geológicos e geomorfológicos tecnogênicos que têm transformado de forma significativa a Área de Proteção Ambiental Cabuçu - Tanque Grande, localizada no município de Guarulhos (SP). No âmbito deste estudo, os autores caracterizaram terrenos tecnogênicos mistos, modificados, de degradação e agradativos, que juntos ocupam 697 ha e apresentaram um potencial de perda de solo com cerca de 8.610,3 ton ha-lano-1, principalmente nas áreas de escavações para terraplanagem das obras do Rodoanel Metropolitano Trecho Norte e nas cavas de mineração. Também evidenciaram feições tecnogênicas de degradação (escavação e terraplanagem), bem como a formação de relevos tecnogênicos (terraços e planícies aluvionares tecnogênicos) decorrentes da deposição de materiais de fácies gárbica, espólica e úrbica em fundos de vales.

Outro trabalho recentemente publicado é o de Peloggia et al (2018). Neste trabalho os autores apresentam os resultados da análise morfoestratigráfica e geoambiental efetuada em uma sub-bacia de 3ª ordem nas cabeceiras da bacia hidrográfica do córrego

Água Branca, caracterizada como área de expansão urbana periférica na porção noroeste do município de Itaquaquecetuba, Região Metropolitana de São Paulo. A delimitação realizada foi sobreposta à análise do uso e ocupação do solo, que se caracteriza no local pela diversidade de padrões de urbanização e pela ocorrência de áreas rurais remanescentes em processo de intensa transformação, assim como remanescentes de matas densas, originais ou secundárias. Os autores também realizaram o mapeamento de detalhe dos terrenos tecnogênicos, observando a delimitação das áreas de degradação, submetidas a cortes ou processos erosivos, ou agradação (áreas de aterramento) e de terrenos complexos, classificando-os e identificando-se seus processos de formação.

Rodrigues et al (2019) reuniram resultados de pesquisas nas quais a abordagem da Antropogeomorfologia, a Geomorfologia do Antropoceno, foi aplicada, testada e desenvolvida, buscando identificar e dimensionar mudanças geomorfológicas ocorridas no processo centenário de urbanização da região metropolitana de São Paulo. Foram especialmente considerados intervalos históricos de aproximadamente um século ou menos, sistemas fluviais e flúvio-lacustres e geoindicadores, obtidos por estudos de caso, com diferentes recortes geográficos e escalas espaço-temporais. A maior parte das mudanças observadas, sejam morfológicas, sedimentares, erosivas ou de balanços e taxas de processos, foram consideradas de alta magnitude para intervalos decadais ou centenários. A magnitude das mudanças geomorfológicas observadas ajuda a caracterizar a necessidade de ampliação e de consideração dos estudos de Ciências da Terra nas atuais discussões sobre o Antropoceno, bem como na direção de uma participação efetiva dessa área do conhecimento no ordenamento do território e na busca de parâmetros para

ampliação da resiliência dos sistemas físicos da superfície terrestre.

Mirandola e Macedo (2014) colocam em discussão aspectos relativos ao acréscimo de uma proposta de classificação do Tecnógeno, ao mapeamento de feições, depósitos e vetores tecnogênicos, à análise da carta de eixos de escoamento superficial e à setorização do Tecnógeno ao método usual de elaboração de mapeamentos de risco. Os autores escolheram como área-piloto para a elaboração dos mapeamentos de risco de deslizamento a favela Real Parque, em São Paulo (SP). Uma carta de risco foi elaborada com base no método usual, e a outra foi elaborada com base nos parâmetros utilizados na primeira carta, porém com a inclusão da análise do Tecnógeno. Conclui-se que a inserção da análise do Tecnógeno na elaboração da carta aperfeiçoou a análise do risco de deslizamento, aumentando o detalhe nas observações de campo e possibilitando a identificação de novos setores, os quais apresentam graus de risco mais elevados do que aqueles observados pelo método usual.

Luz e Rodrigues (2013) aplicaram técnicas para reconhecimento da geomorfologia original de planícies fluviais urbanizadas utilizando-se de procedimentos tradicionais e da abordagem histórica em geomorfologia. Tiveram como foco o reconhecimento de uma paleogeografia e de uma paleogeomorfologia de um trecho do rio Pinheiros, na cidade de São Paulo em seu estágio pré-urbano holocênico com algumas incursões ao Pleistoceno Superior. Utilizaram princípios da cartografia geomorfológica de detalhe, da antropogeomorfologia e da abordagem histórica em geomorfologia. Os autores identificaram significativa influência da estrutura geológica na evolução holocênica da planície. Por outro lado, foi identificado

paleocanal preenchido por depósitos da Formação Itaquaquetuba que evidenciaram a existência de fluxos fluviais de maior potência comparativamente ao dos canais meândricos holocênicos. O estudo demonstra a relevância deste conhecimento paleogeográfico e geomorfológico para a gestão territorial urbana e análise de riscos geotécnicos.

Estado de São Paulo

Silva (2012) estudou a presença de depósitos tecnogênicos em meio urbano e rural da cidade de Presidente Prudente (SP) e apresenta essas formações em diversos locais. Em geral, tem-se observado a presença de depósitos tecnogênicos em áreas de vertentes próximas aos cursos d'água, bem como em feições erosivas e, em especial, no interior de planícies aluviais, por serem estas consideradas áreas receptoras de materiais transportados de montante. Essas formações apresentam características dos processos de uso e ocupação locais.

No caso de Presidente Prudente, foram estudadas seis formações diferentes no entorno do perímetro urbano, nos seguintes loteamentos: Parque Residencial Francisco Belo Galindo, Parque Alexandrina, Jardim Itapura II, Distrito Industrial I Antônio Crepaldi, Vila Nova Prudente e Residencial Maré Mansa. Após trabalhos de campo para o reconhecimento da presença de formações tecnogênicas nesses locais, bem como para analisar os aspectos socioambientais, foram coletadas amostras de cada um desses depósitos, com o auxílio de tubos de PVC de seis polegadas, com 1 m de comprimento. Com as amostras contidas nesses tubos, foram realizadas análises visuais

e físicas dos materiais sedimentares e manufaturados, presentes em cada camada de deposição, reconhecida após abertura no sentido longitudinal do tubo no Laboratório de Sedimentologia e Análise e Solos da FCT/UNESP.

Por meio dessas análises, bem como com o auxílio das observações realizadas em campo, dos conhecimentos e dados obtidos pela bibliografia consultada e das cartas temáticas e esquemas ilustrativos, foi possível a compreensão dos fatores presentes direta e indiretamente na formação dos depósitos tecnogênicos, bem como o estabelecimento de relações entre esses fatores. Dessa forma, o estudo dos depósitos tecnogênicos possibilitou melhor compreensão da relação sociedade-natureza estabelecido nos locais estudados.

Mathias e Nunes (2016) apresentam os resultados da aplicação de técnica de levantamento topográfico em escala de detalhe visando o diagnóstico de processos erosivos lineares. A área estudada compõe as cabeceiras do córrego Tucum na área urbana de São Pedro (SP), as quais contêm formas erosivas aceleradas. Os autores destacam o papel das morfologias tecnogênicas, representadas pelas feições geradas em obras de terraceamento efetuadas nas vertentes que envolvem as formas erosivas. Constatou-se na pesquisa que tais estruturas interferem no comportamento do “escoamento superficial” (runoff), tanto condicionando as “rotas de fluxo” como “estimulando a infiltração”, mediante a ocorrência de bacias de acumulação contidas no reverso dos terraços. Com os resultados do MDT permitiram inferir que, em condições específicas, a acumulação da água do escoamento superficial em vertente pode induzir, mediante o aumento dos fluxos subsuperficiais estimulado pela infiltração, à formação de dutos associados à dinâmica de piping.

No tocante ao monitoramento dos processos, aponta-se como resultado relevante o mapeamento do rebordo erosivo, o qual possibilitou a identificação de vetores do avanço da ação remontante, expressos através de ramificações das voçorocas na forma de sulcos e ravinas.

De acordo com os autores a evolução dos processos erosivos nas cabeceiras de drenagem do córrego Tucun em São Pedro (SP) encontra-se vinculada não somente ao comportamento hidrológico natural, mas também as características físicas da área, bem como os condicionantes antrópicos das formas tecnogênicas.

Peloggia et al (2017) discutem o processo de formação do estrato geológico antropogênico, ou arqueosfera, decorrente da urbanização na porção oriental do Estado de São Paulo, desde o século XVI até hoje. A análise se dá em uma perspectiva de relação entre a apropriação do território e os condicionantes naturais geológicos, geomorfológicos e hidrográficos, posicionando tal reflexão, que envolve a História, a Geografia, a Geologia e a Arqueologia, no debate atual sobre o Antropoceno – a ‘época geológica humana’. De acordo com os autores a arqueosfera constitui a plataforma de detritos e terrenos produzidos em que edifícios, cidades, aeroportos, estradas e outras partes da tecnosfera são construídos e suportados. Por conseguinte, pode ser considerada parte da infraestrutura de materiais essenciais da tecnosfera – ou pelo menos parte das condições materiais que tornam possível a existência e o funcionamento desta. Trata-se do estrato geológico humano, que, no caso da área estudada pelos autores está representado no perfil da figura 6 e a figura 7, apresentadas a seguir.

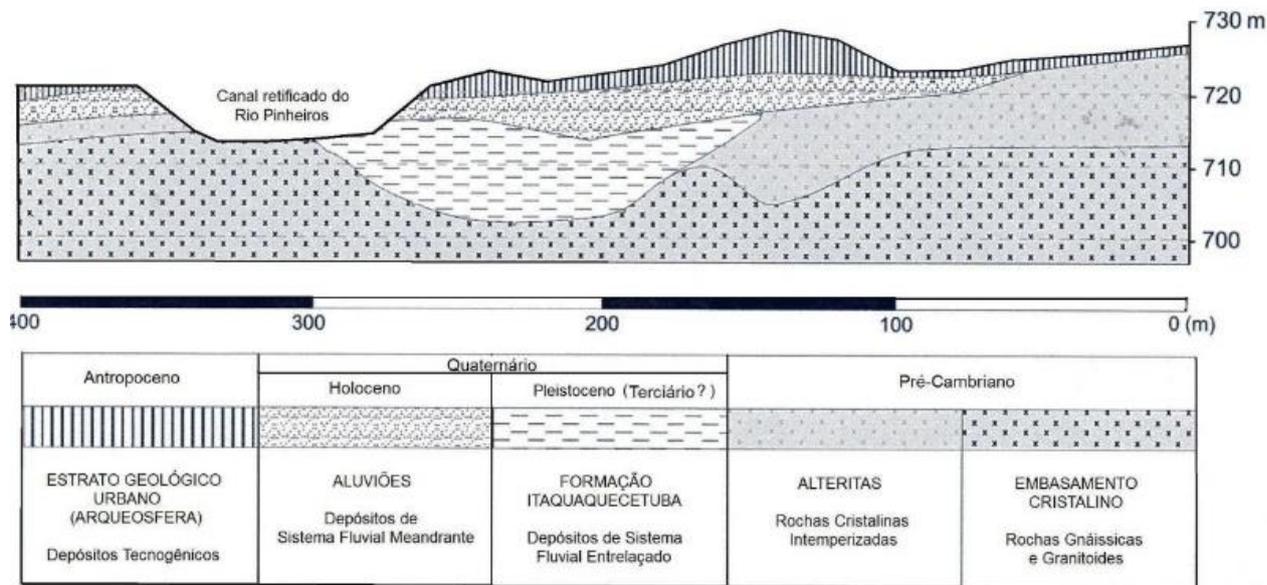
Figura 6 - Perfil geológico na região central da cidade de São Paulo, mostrando a extensão e a espessura do estrato geológico urbano (EGU) ou arqueosfera. Reinterpretado a partir dos perfis geológicos apresentados por Yassuda et al. (1992) e Rocha e Celestino (1992). Arte-final de H. P. L. Costa.



Fonte: Peloggia et al (2017)

Conforme os autores a formação da arqueosfera urbana paulistana, assim como via de regra em qualquer área urbana, está associada à reconfiguração tecnogênica da paisagem, ou seja, a imposição de uma modificação parcial do modelado sobre um sítio original que mostrava uma compartimentação geomorfológica própria.

Figura 7 - Perfil estratigráfico típico da planície tecnôgênica do Rio Pinheiros, São Paulo (SP).
(Adaptado de Luz & Rodriguez, 2015).



Fonte: Peggia et al (2017)

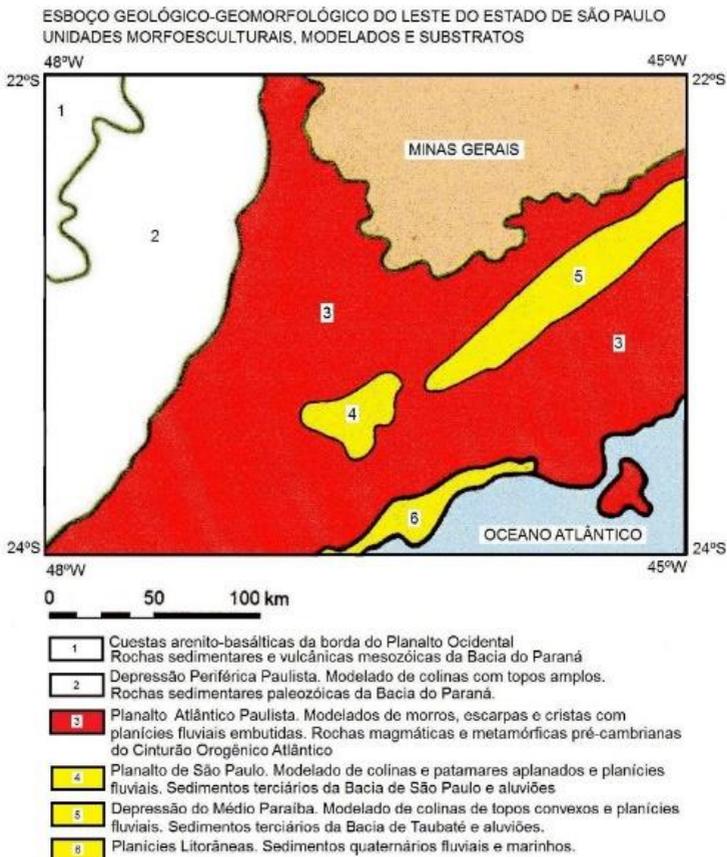
Dessa forma, ao se correlacionar o mapa geológico-geomorfológico (fig 08, a seguir), em que se representam as grandes estruturas presentes no leste do Estado de São Paulo (os terrenos do embasamento cristalino pré-cambriano, as camadas paleozoicas da borda da Bacia do Paraná e os terrenos terciários das bacias tafrogênicas de São Paulo e Taubaté), com a ocorrência do estrato geológico urbano (ou seja, áreas urbanizadas, figura 8, na sequência), nota-se uma clara correlação espacial: a urbanização priorizou os modelados de colinas da depressão periférica e das bacias terciárias, ou as planícies aluviais embutidas em terrenos de morros cristalinos. Como tais relevos decorrem da ação diferenciada dos sistemas de erosão sobre substratos geológicos distintos, poder-se-ia estabelecer então uma “ligação” entre a formação do estrato geológico urbano ou arqueosfera urbana, e seus substratos geológicos antigos.

Figura 8 – (A) - Esboço geológico-geomorfológico do Leste do Estado de São Paulo, com destaque para unidades morfoesculturais.

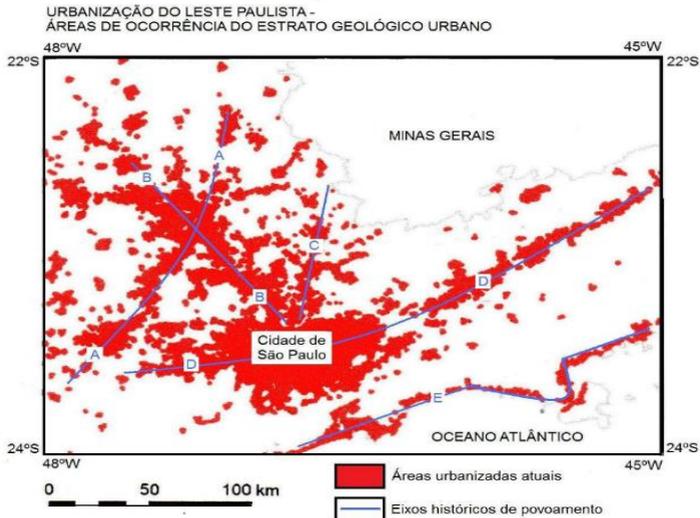
Elaborado a partir de Ross & Moroz (1997) e IPT (1981); (B) - Situação atual da expansão urbana no leste do Estado de São Paulo.

Elaborado a partir do mapa da área urbanizada do Estado De São Paulo da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (CATI, 2016).

(A)



(B)



Fonte: Peloggia et al (2017)

O estudo de Tecnosolos Úrbicos no Parque Linear Ribeirão das Pedras, especificamente o trecho entre sua nascente e a Rodovia Dom Pedro I/SP-65, no setor noroeste do município de Campinas encontra-se na publicação de Putrino e Ladeira (2019). Especificamente, os Tecnosolos Úrbicos são solos profundamente modificados pela ação humana, que apresentam grande variabilidade vertical e horizontal e muitos artefatos manufaturados ao longo do perfil. A análise partiu da investigação do histórico de uso e ocupação local, observação da paisagem (vegetação, ocupação), coleta de amostras de solo para a realização de análises físicas e químicas e interpretação dos resultados buscando relações entre os níveis de fertilidade, elementos contaminantes e os artefatos encontrados nos perfis. Os resultados mostraram que de maneira geral, os solos da área de estudo são arenosos, apresentam altos níveis de fertilidade e

concentrações de elementos como Bário (Ba), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Chumbo (Pb), Níquel (Ni), Vanádio (V) e Zinco (Zn) acima dos limites de prevenção estabelecidos pela CETESB.

Silva et al (2019) elucidam questões relativas aos processos de expansão agrícola e urbanização e suas relações com formações tecnogênicas no Oeste Paulista, cuja origem, nas fases iniciais dessa ocupação, credita-se às erosões intensificadas pela ação da sociedade e consequentes deposições de sedimentos em áreas de fundos de vale. Destaque é dado para um estudo na região leste da cidade de Presidente Prudente-SP, apresentando aspectos sobre a expansão urbana e descrevendo formações de feições tecnogênicas, bem como sua evolução.

Outras cidades brasileiras

Cunha (2000) analisou os impactos da ocupação urbana na planície de inundação do ribeirão Anicuns em Goiânia (GO). A autora salienta que a ocupação modificou a produção de sedimentos e alterou a fisiografia do curso fluvial de modo que em curto intervalo de tempo, 1975-1992, profundas modificações ocorreram em seu perfil e que estão representadas pelo meandramento, a uma taxa de 4,2 até 6,8 m/ano, evidenciando a ação tecnogênica e, ou sua participação nos processos da dinâmica fluvial. Nesse sentido, reconheceu a presença de depósitos tecnogênicos induzidos e construídos, estes últimos, sob a forma de aterros de bota-fora. Segundo a autora os depósitos induzidos assumem um volume de 2.906.000 m³ e os construídos somam 2.480.000 m³, ambos possuindo espessura média de 7 m.

O estudo de Rubin et al (2008) diz respeito à amostragem dos depósitos tecnogênicos associados ao Rio Meia Ponte na área urbana de Goiânia (GO). A caracterização dos depósitos tecnogênicos foi elaborada mediante descrição de afloramentos, sondagens com vibro-testemunhador e observação pontual dos depósitos de canal, em consequência de seu desvio temporário junto à Estação de Tratamento de Esgotos de Goiânia. Os depósitos apontam para um avanço na utilização desordenada dos recursos naturais da região, além da ação antrópica predatória em relação ao rio Meia Ponte e seus depósitos, especialmente evidenciada na associação entre os depósitos naturais e os tecnogênicos.

Brito et al (2013) identificaram, mapearam e caracterizaram os depósitos tecnogênicos associados aos fundos de vale da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, na região sudoeste da cidade de Goiânia (GO). A análise dos depósitos tecnogênicos seguiu quatro etapas: a pesquisa preliminar; o mapeamento geral, contemplando a distribuição das feições tecnogênicas pela área de pesquisa; o mapeamento detalhado, com a seleção de duas áreas de detalhe; e a caracterização dos depósitos identificados. Como resultado foram identificados cinco tipos de depósitos tecnogênicos, classificados em construídos e induzidos.

Araújo Junior (2014) trabalhou com as interpretações da antropogeomorfologia para destacar a alteração na bacia do rio Estrada Nova, em Belém (PA). Esta bacia detém 24% da população residente, integrando totalmente três bairros e, parcialmente, dois. Destaca-se também a evolução populacional de Belém que, em 1950 registrou 169.351 habitantes e em 2010, 1.393.399, um crescimento de 822 %. Para o desenvolvimento do trabalho o autor buscou fontes bibliográficas e levantamentos

topográficos em EIA- RIMA's produzidos. Os resultados relatam que com o aumento populacional muitas áreas que eram impróprias para ocupação, foram sendo ocupadas. Morarias e residências próximas aos rios, sofrendo com os efeitos das marés, as quais duas vezes por dia “sobem” (preamar) e “descem” (baixamar) que, segundo o autor podem ser intensificadas por conta de marés de sizígia (cheias excepcionais), ou por conta da pluviosidade, a qual é bastante expressiva. Nesta região foram feitos diques de contenção, bem como drenos para aproveitamento das áreas pantanosas para expansão da urbanização.

França Junior (2016), utilizando a metodologia de Price et al (2011) e Peloggia et al (2014), descreveu os terrenos tecnogênicos e por meio da proposta de Peloggia (1999) - a classificação integrada dos depósitos tecnogênicos - que se destacavam no ambiente urbano de Guarapuava centro sul do Paraná. O autor destacou que os efeitos da urbanização tardia proporcionaram a formação de diversos ambientes destacando: os terrenos de agradação com depósitos tecnogênicos induzidos em margens de rios e reservatórios; construídos em lençóis de aterramento e maciços isolados; e os terrenos de degradação formados pelo desmonte de ambientes por meio da retirada de material, tais como: pedreiras, corte de aterros e construções de ferrovias. O autor destacou que as distintas fases de urbanização descritas por Nir (1983) favorecem adaptações ao sítio urbano para novas estruturas e a apropriação de ambientes geotecnicamente desfavoráveis a edificações.

Machado (2016) descreveu os efeitos da urbanização na cidade de Araguaína (TO). O autor salienta que Araguaína teve um crescimento expressivo após 1975 em decorrência da

passagem da BR-153 e a instalação de diversos empreendimentos fomentados pelo governo federal, sobretudo pela Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e pelo Banco da Amazônia S.A. (BASA). Tal aporte de investimentos culminou em uma expansão da malha urbana e em crescimento demográfico acelerado gerando inúmeros problemas ambientais, tais como os depósitos tecnogênicos. Para verificar as alterações da paisagem o autor fez um levantamento utilizando o Google Earth visando identificar pontos para descrição dos depósitos tecnogênicos, bem como verificar aterros, modificações em canais, retificações de rios, estreitamento e alargamento de canais. O autor descreveu, como exemplo de alteração, um afloramento de depósito tecnogênico próximo ao córrego Cimba. A área de deposição de depósitos tecnogênicos possui 4.420m² e espessura média de 70 cm e com aproximadamente 12 anos de existência. Foram descritos outros pontos, onde variam as camadas, as formas e os materiais constituintes em cada camada de depósito tecnogênico.

O autor menciona que os depósitos tecnogênicos mais antigos da cidade de Araguaína apresentam decomposição avançada e com formação de crostas endurecidas, principalmente nos que contém resíduos de construção. Devido à decomposição, o material sofreu uma acomodação proporcionando maior estabilidade contra a ação das águas pluviais, principalmente em áreas mais planas. Na identificação dos depósitos foram encontrados todos os tipos classificados por Fanning & Fanning (1989) modificado por Machado (2012), sendo o mais comum do tipo úrbico. Historicamente, os depósitos mais antigos possuem maior concentração de matéria orgânica e os mais recentes, maior concentração da fração inorgânica. Em alguns locais, a retirada, a remobilização e o acréscimo de materiais formam uma pequena,

mas extensa capa superficial sobre a cobertura pedológica. Os corpos artificiais criados incorporam-se ao ambiente local encoberto pela sedimentação nos fundos de vale.

Recentemente, em 2019, Costa e Peloggia investigaram as transformações nas propriedades das camadas superficiais da cidade de Santa Maria (RS), em termos geoquímicos, e como estas afetam os possíveis serviços ecossistêmicos proporcionados por essas camadas. Para tanto, os autores realizaram uma descrição morfológica dos perfis do terreno urbano e ensaios laboratoriais para determinar: pH_{H_2O} , pH_{KCl} , Ca_2 , Mg_2 , K, Na, Al_3 , H + Al, Cu, Zn e cálculo de S, Al% e V%. Segundo os autores, os resultados apontaram a existência de uma enorme variação de constituintes antropogênicos no material capaz de alterar tanto as propriedades das camadas superficiais quanto suas funções e os serviços ecossistêmicos fornecidos.

Terrenos tecnogênicos de ambientes minerários

Souza e Zuquette (2001) estudaram a influência da ação antrópica na gênese e classificação dos materiais inconsolidados, originados pela exploração de bens minerais (ouro, pirita, bauxita e sulfetos) cuja atividade encontra-se inativa e pelos rejeitos de minerações ativas de topázio imperial, rochas ornamentais e materiais de construção (quartzito, dolomito, itabiritos dolomíticos) na cidade de Ouro Preto (MG). Os autores incluíram os depósitos tecnogênicos nos trabalhos que envolvem a espacialização desses materiais. Além disso, ultrapassa a escala temporal do ciclo da mineração, associando-se, também, a urbanização. Os autores classificaram os materiais por meio de

mapeamento geotécnico em escala 1:10.000, no qual uma das etapas era a elaboração de um mapa para espacializar os materiais inconsolidados. Os materiais mapeados também passaram por análises laboratoriais, em que as amostras foram coletadas por critérios geomorfológicos. Os autores classificaram os materiais quanto a sua gênese: residuais (saprólito e evoluído) e retrabalhados (colúvio, tálus e aluviões).

Contudo, as texturas e estruturas bem definidas dos depósitos implicaram na inclusão de uma nova classe que englobasse materiais associados à tecnogênese, os quais se relacionam aos rejeitos de mineração, aterros não compactados e depósitos de entulho. Os aterros não compactados constituem-se por diversos tipos de materiais, em geral provenientes das rochas adjacentes, e os de entulho compõem-se de modo heterogêneo, com artefatos oriundos da construção civil, fruto da expansão urbana no local.

No que tange aos fenômenos tecnogênicos desencadeados pela mineração, destaca-se a tese de Nolasco (2002), que desenvolveu uma pesquisa interdisciplinar com uma proposta de classificação, utilizando termos admitidos e reconhecidos por garimpeiros. Sua tese se deu nas lavras garimpeiras na Bahia, região que foi palco da ação geológica humana desde a colonização deflagrada há 160 anos. Essa atividade mineradora, segunda a autora, foi realizada predominantemente por meio de técnicas manuais e tradicionais e, no período de 1986-1996, por dragas. Manteve-se até recentemente como uma atividade majoritária, tendo a exploração de diamantes concentrada, principalmente, nos cursos fluviais e nas encostas. Esses processos erosivos e deposicionais da ação garimpeira, que por mais de um século modificaram as formas da paisagem da

chapada da Diamantina, desencadearam modificações morfológicas nos vales, transformando-os de vales em V em vales em U, por meio do recuo paralelo das vertentes, desnudação e consequente aprofundamento dos rios secundários.

Com base nessas observações, a autora desenvolveu uma classificação do sistema sedimentar garimpeiro: rabos de corrida (resíduos do beneficiamento inicial nas corridas, do garimpo tradicional); de mangueira (resíduos do capeamento estéril do garimpo de dragas); montoeiras (depósitos em forma de montes, de fragmentos de rocha abandonados no garimpo, geralmente dispostos como cerca próximos à região de trabalho, variam de blocos até calhaus); depósitos de preenchimento de corridas (local preparado para lavagem do material retirado da cava), buracos resultantes da retirada de areia e cascalho são canais de lavagem e peneiramentos, segunda etapa da garimpagem; canais de adução (estruturas e adução maiores, que transferem água a grandes distâncias, facilitando o processo de garimpagem em áreas com déficit de água). A partir desses estudos, Nolasco e Macedo (2005) propõem chaves de identificação de cicatrizes erosivas e depósitos tecnogênicos em garimpos de diamantes.

Peloggia e Ortega (2016) relatam os problemas de sustentabilidade no Brasil, utilizando a abordagem geohistórica do Tecnógeno-Antropoceno. Aqui, destacam a ruptura da barragem de Mariana (MG) em novembro de 2015, onde segue os autores:

é um exemplo típico de momento resistástico antropogênico, neste caso, de quebra de um equilíbrio precário configurado pela deposição do material geológico, selecionado e mobilizado pela atividade

minerária, em um sistema fluvial (PELOGGIA e ORTEGA, 2016).

No primeiro caso o mecanismo de degradação foi o ouro e diamante, neste caso é a commodities do minério de ferro utilizadas nas indústrias de base. A catástrofe em Mariana (e Brumadinho) em Minas Gerais, segundo os autores não foi um acidente, onde o Brasil sempre foi um país de extração colonial, onde a economia girou em ciclos econômicos de exploração intensiva de recursos, vinculados ao mercado capitalista global. Estes capitalistas globais deixaram enormes “passivos ambientais e sociais”, resultantes de sucessões recorrentes de desastres, ora mais intensos e de maior magnitude, ora disseminados, porém de ampla extensão.

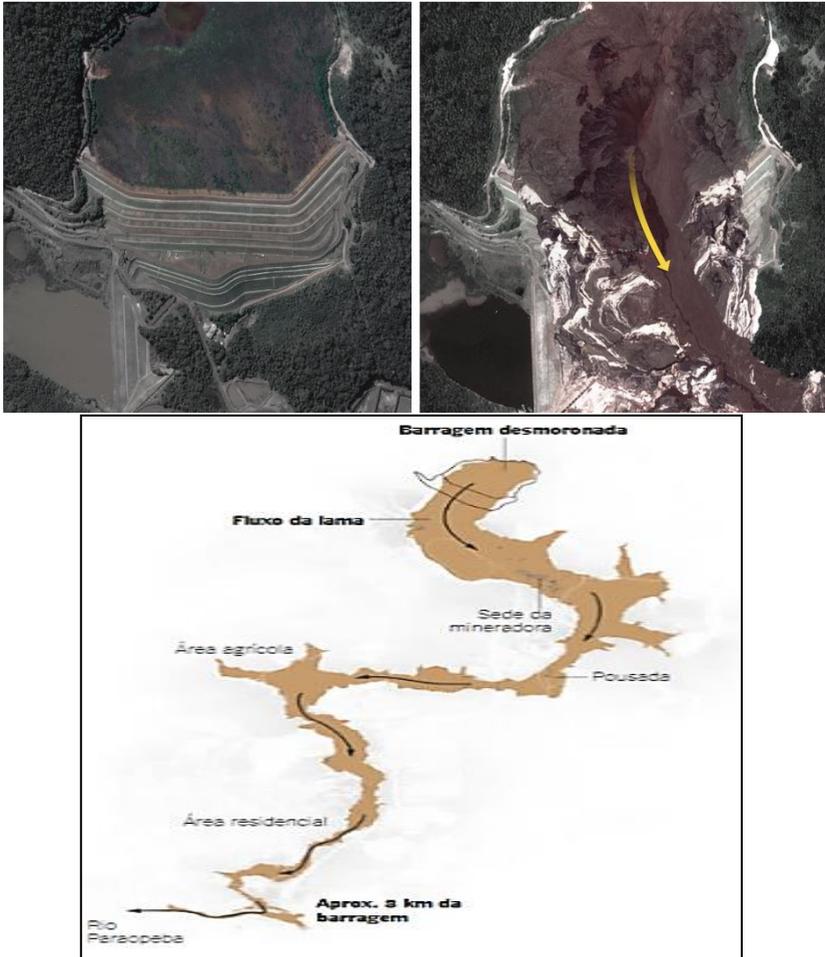
Seguindo nesta tendência, mas descrevendo um processo único, Mendes e Felipe (2016) relacionaram o acontecimento do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana (MG) com a teoria do Tecnógeno. Eles desenvolveram leituras técnicas e informativas, mapearam as áreas recobertas pelo sedimento do rompimento da barragem bem como o caminho dos sedimentos até o mar. Por meio das leituras constataram que este foi um dos maiores desastres ambientais do Brasil e que 19 pessoas vieram a óbito. Foram lançados sobre os rios 60 milhões de m³ de rejeitos, que chegou a encobrir parcialmente o vilarejo de Bento Rodrigues.

No mapeamento, identificaram os rios atingidos, começando pelos córregos Fundão e Santarém que seguiu para o rio Gualaxo do Norte, passando para o rio do Carmo e posteriormente atingindo o rio Doce. Por afetar muitos rios, deflagrou outros problemas no que tange ao abastecimento

público de água potável. A cidade de Governador Valadares decretou estado de calamidade, porque a população ficou parcialmente desabastecida por alguns dias. A lama chegou ao oceano dias depois e impediu atividades econômicas ao longo do rio e na praia, tais como a pesca e o turismo. Os autores perceberam a expressiva modificação da morfologia na jusante da barragem, próximo ao vale, como uma área de 2,82km² que foram recobertas pelos sedimentos, em função da enorme quantidade de materiais estéreis depositados que havia na barragem. Além disso, tais depósitos inviabilizam as atividades agrícolas e pastoris nesta região, que poderá acarretar em outros problemas sociais no futuro.

Em Brumadinho- Minas Gerais, 4 anos depois da tragédia de Mariana, conforme o site do jornal The New York Times (2019), 11,7 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração foram para leito do córrego do Feijão e rio Paraoapeba, e por onde passou esta onda de rejeitos, vitimou 254 pessoas. A figura 9 mostra o caminho por onde passou esta onda de lama, cobrindo casas, vilarejos, animais, atividades econômicas e principalmente vidas. Certamente estes rejeitos de mineração são um registro único da atividade geológica humana e, deste modo, associado com desastres ambientais de grandes proporções. Os “rejeitos tecnogênicos de mineração”, são um problema ímpar, e podem ser melhor compreendidos na pesquisa de Silva (2016) sobre relevo antropogênico de atividades minerárias em Minas Gerais.

Figura 9 - Barragem antes e depois do rompimento; Caminho percorrido pelos rejeitos de mineração, após o rompimento da barragem de Fundão em Brumadinho- MG.



Fonte: New York Times, 2019.

Terrenos tecnogênicos de ambientes minerários também foram foco do estudo de Estevam et al (2005). Os autores investigaram a caracterização, morfodinâmica e genética dos depósitos tecnogênicos secos, observados ao longo do Parque Municipal da Serra do Periperi no município de Vitória da Conquista (BA). Foi identificada na área em estudo, zona de predominância de Instabilidade Morfogênica constituídas de inúmeros ravinamentos e ninchos de sedimentos ao longo das encostas observadas. A zona de instabilidade morfopedológica identificada, aloja processos agressivos de degradação ambiental induzidos pelos seguintes fatores: a favorabilidade pedológica à lavra; o dismantelamento da rocha quartzítica em meio à massa de materiais inconsolidados no processo de lavra com acúmulo de rejeitos ao longo das bordas de cavidades geradas pela ação antropogênica produzindo condições iniciais necessárias à formação de depósitos tecnogênicos; a implantação de estradas vicinais clandestinas que causam cicatrizes erosivas, e a implantação sem critérios de loteamentos Panorama I e II localizados ao longo de vertentes da porção oeste da serra do Periperi.

Juntamente com os processos erosivos os autores identificaram sedimentos, resíduos plásticos e fragmentos de vidro. Segundo os autores a derivação desses materiais está relacionada à exploração de cascalho e a areia usado na construção civil e disposição desordenada dos resíduos sólidos, desordenada urbanização e à construção da BR 116, ao lado do Parque Municipal da Montanha Periperi.

As alterações paisagísticas derivadas da mineração em Ouro Preto (MG) estão analisadas na publicação de Sobreira (2014). Segundo o autor a descoberta do ouro nas cabeceiras da

bacia do ribeirão do Carmo em fins do século XVII provocou um processo migratório na província de Minas Gerais e o surgimento de vários povoados, que originaram posteriormente as vilas que hoje são as cidades de Ouro Preto e Mariana. As atividades de mineração ocorreram tanto no leito dos cursos de água como nas vertentes da serra de Ouro Preto e no interior dos maciços. Conforme Sobreira (2014) entre os processos utilizados, o desmonte manual ou hidráulico dos depósitos de vertentes e do substrato mais friável foi o procedimento que deixou os vestígios mais marcantes das atividades mineiras, representados por grandes áreas escavadas e totalmente modificadas em relação à sua morfologia e estabilidade originais.

Os principais sítios destas atividades, pela extensão e volume de material mobilizado, estão nas vertentes da serra nos atuais limites a norte da área urbana de Ouro Preto, já parcialmente ocupada pela malha urbana, e nas encostas e topos a montante da área urbana do distrito de Passagem de Mariana (Mariana), cobrindo uma área total de cerca de 300 hectares. Estas áreas foram delimitadas e caracterizadas como áreas de erosão tecnogênica, sendo possível em alguns locais a reconstituição da paisagem original a partir de testemunhos topográficos e a estimativa do volume de material retirado. Porém, os depósitos correlatos a estes processos erosivos foram destruídos pela dragagem do ribeirão na década de 1980 por companhia de mineração.

A cartografia geomorfológica também tem sido utilizada nos levantamentos das morfologias antropogênicas. A aplicação dessa abordagem está contida no estudo de Von Ahn e Simon (2017). Com o objetivo de identificar e analisar as formas do relevo da Área de Proteção do Geossítio das Minas do Camaquã

(APGMC) – Rio Grande do Sul, com ênfase nas morfologias antropogênicas, os autores elaboraram um mapa geomorfológico na escala 1:25.000 da APGMC, referente ao ano de 2015, onde mapearam formas naturais e antropogênicas. Quatro setores foram analisados devido à representatividade das formas do relevo que ocorrem na área em estudo: (1) Setor de extração mineral; (2) Setor de Deposição de Rejeitos; (3) Setor de Predomínio das Feições estruturais; e (4) Setor de contato com as feições ruiformes do Geossítio das Guaritas do Camaquã. Neste local, as atividades de mineração foram as principais responsáveis pelas alterações geomorfológicas e criação de morfologias antropogênicas na área.

Outra publicação relevante acerca da transformação das paisagens pelas atividades de mineração, é a de Silva (2016). As atividades antrópicas voltadas para a exploração de recursos minerais têm resultado em alterações significativas na paisagem e, conseqüentemente, na dinâmica do meio em que se verificam. Nesse sentido, este livro traz o reconhecimento, mapeamento e caracterização de feições do relevo de natureza antropogênica, estejam elas localizadas nas encostas ou nos fundos de vales. Os autores investigam o relevo antropogênico sob o enfoque da temporalidade, mediante estabelecimento de cenários em que se busca reconstituir condições ambientais presentes na região minerada, tanto na fase inicial de sua exploração como em tempos recentes, confrontando-as. Buscando consistência em suas informações, a obra apoiou-se na investigação de feições cuja dinâmica foi fortemente acelerada pela intervenção humana, a qual chegou, inclusive, a produzir significativas inversões de relevo.

Terrenos tecnogênicos em ambientes litorâneos

Dentre os ecossistemas existentes os costeiros, as praias oceânicas são os mais dinâmicos e sensíveis, pois resultam da interação entre diversos processos marinhos e continentais, que atuam em ampla variação de escala temporal, entre curtas flutuações (diárias, semanais e mensais) até flutuações de longo período (até milhares de anos). Por mais que os processos marinhos atuantes mais ativos sejam os naturais, a atividade antrópica pode interferir nestas dinâmicas.

Segundo Souza et al (2005) o ser humano pode ser um agente ativo nas relações entre perdas e ganhos de entrada e saída de sedimentos na praia, através da retirada/mineração de areia nas praias e da realização de projetos de alimentação ou engordamento artificial das praias. A mesma autora destaca algumas causas antrópicas que interferem na dinâmica praias: urbanização da orla; implantação de estruturas rígidas ou flexíveis, paralelas ou transversais à linha da costa; armadilhas de sedimentos; retirada de areia da praia; mineração das areias e desassoreamento de desembocaduras; dragagem em canais de maré e na plataforma continental; conversão de terrenos naturais da planície costeira em áreas urbanas e balanço sedimentar atual negativo.

Telles (1999) realizou uma análise da formação de depósitos tecnogênicos construídos, na linha de costa, sob a forma de aterros. A autora aborda a evolução geomorfológica do pontal de Rio Grande (RS) no confronto de dois tempos, o tempo geológico (tempo que escoia) e o tempo histórico a partir da ocupação humana (tempo que se faz). Na descrição evolutiva do tempo que escoia, o sítio geomorfológico de Rio Grande tem sua

gênese associada aos eventos transgressivos e regressivos do nível do mar, ocorridos durante o Quaternário, que propiciaram a formação de sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira. Nesse processo, deu-se a migração dos canais lagunares, o que possibilitou o assentamento de feixes de cordões litorâneos. Esses cordões foram retrabalhados pelo escoamento lagunar, correntes de deriva litorânea e ação eólica, destacando-se, assim, um conjunto de feições classificadas por Godolphin (1976) como feições praias, eólicas, lagunares, fluviais e litorâneas emersas.

Para a emersão desses terrenos, foram necessários 400.000 anos de atuação dos processos exógenos, que atuaram conformando espessos lençóis de areia, dunas ativas e passivas, cavas ocupadas por banhados e lagoas, terraços lagunares em diferentes níveis de evolução. Esse suporte foi incorporado ao território no século XVIII, iniciando-se, a partir de então, uma série de modificações tecnogênicas as quais visavam adequá-lo às necessidades requeridas pela ocupação.

Já o tempo histórico (tempo que se faz) se desenvolveu no contexto do povoamento estratégico-militar da coroa portuguesa sobre as terras do Sul do Brasil. A autora descreve que, na fase inicial de ocupação, as modificações geomorfológicas se deram sob a forma de retirada das areias das dunas para aterrar as margens pantanosas com introdução de espécies vegetais exóticas, servindo de quebra-vento e fixação de areias.

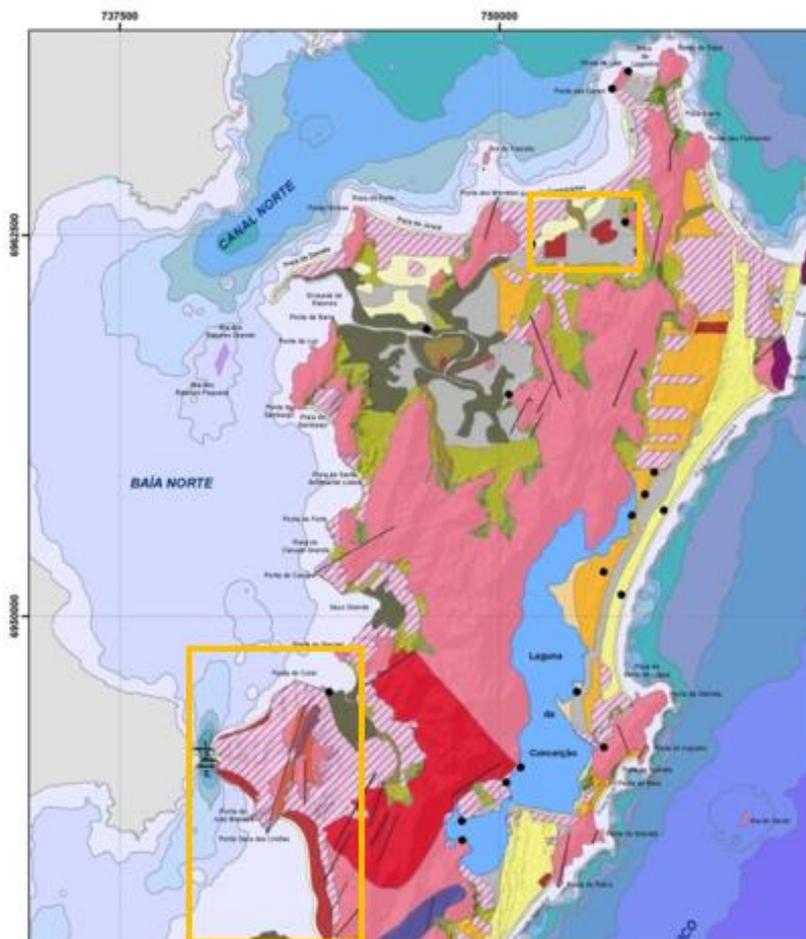
No século seguinte, a necessidade de melhorar o acesso ao porto de Rio Grande (RS) desencadeou uma série de obras que, paulatinamente, modificaram o ambiente com a construção dos molhes da barra e a dragagem dos canais. O material originário da dragagem passou a ser lançado sobre as lagoas, banhados,

ampliando-se, assim, as áreas de terrenos emersos. O avanço da urbanização atrelada à construção de um novo porto e ao estabelecimento de novas indústrias desencadeou a aceleração de processos geomorfológicos, pois dunas foram terraplanadas, banhados e lagoas aterrados, arroios canalizados, estabelecendo-se então, uma nova configuração espacial.

Lisboa (2004) identificou em função de aterros a alteração da linha de costa de natureza tecnogênica do distrito sede Florianópolis (SC). Por meio de um levantamento histórico da apropriação do espaço e consequente transfiguração da paisagem, a autora identificou os aterros feitos nos últimos 30 anos, relacionando-os com as políticas públicas de organização espacial e elaborou croquis da visualização da linha de costa em diferentes anos.

É interessante destacar, no caso de Florianópolis, como em outros exemplos de urbanização litorânea de “águas calmas”, como na Baía de Guanabara, que a cidade vai crescendo sob estes novos terrenos antropogênicos. Na figura 10 pode-se observar no mapa, vários setores mapeados como depósitos tecnogênicos, inclusive parte do centro da Capital. E a ilha continua num processo constante de transformação, pois existem muitas lagoas salgadas sendo drenadas e entulhadas por depósitos tecnogênicos com finalidades de urbanização.

Figura 10 - Mapa Geológico da Ilha de Florianópolis. Destaque as manchas em lilás contornadas de laranja. Neste pontos, áreas de depósito lagunar foram aterrados para construções civis.



Fonte: TOMAZOLI, et al, 2015.

Silva e Horn Filho (2014) apresentou os resultados de uma pesquisa acerca de depósitos tecnogênicos na Ilha de Santa Catarina (SC) com aplicação de técnicas de mapeamento geológico e de sedimentologia. Os resultados incluem o mapeamento geológico e a caracterização dos depósitos tecnogênicos na Ilha e a visibilidade das intensas transformações no ambiente geológico-geomorfológico provocadas pela ação antrópica.

Barbosa e Furrier (2017) descreveram a ação tecnogênica e os riscos geológicos e a ação geomorfológica urbana fazendo relação com o processo de ocupação no sítio urbano no município litorâneo de João Pessoa (PB). Ao fazer o levantamento e descrição do sítio urbano, utilizando ferramentas de geotecnologias, os autores verificaram as variações geomorfológicas, geológicas, e os processos atuais configuradas pelas atividades humanas como o uso do solo. Dos ambientes de risco, os principais encontrados no município foram: as áreas de erosão acelerada; pontos de movimentos de massa causados por processos naturais e/ou induzidos pela ação antropogênica; e as áreas de ocorrência de inundação e alagamentos. Os pesquisadores chegaram ao resultado que estudo da geomorfologia antropogênica do município de João Pessoa mostrou que apesar da declividade geral do município ser originalmente plana a suavemente ondulada, a urbanização, no decorrer do tempo, tem modificado as bases geomorfológicas do sítio urbano. Tendo em vista que cursos de rios foram alterados; vertentes antropogênicas foram criadas, planícies de inundação foram ocupadas, assim como a cobertura do solo das principais bacias hidrográficas que cortam o município.

As maiores declividades da área se encontram onde há vertentes de rios e falésias próximos à costa, que são também, as áreas que possuem maiores riscos de acidentes geológico-geomorfológicos relacionados a movimentos de massa. As áreas de menor declividade e menor altimetria, que são as mais planas e baixas, também são suscetíveis ao risco geológico-geomorfológico, mas, nestas áreas, o tipo de risco que se corre é o de inundação e alagamento. Por conta disso percebe-se que as ações tecnogênicas ajudam a promover a formação de ambientes de risco no ambiente urbano de João Pessoa na Paraíba.

Considerações finais

O campo de pesquisas sobre a gênese geológico-geomorfológica humana e os terrenos tecnogênicos vem se desenvolvendo continuamente desde a década de 1990 no Brasil, inicialmente referindo-se ao conceito de Tecnógeno, e mais recentemente ao de Antropoceno, que têm o mesmo fundamento, ou seja, o reconhecimento da magnitude das transformações antropogênicas no ambiente geológico planetário.

Os estudos desenvolvidos, acerca dos quais apresentamos uma amostra que julgamos significativa, mas da qual certamente bons trabalhos ficaram ausentes, mostram que os processos tecnogênicos deixaram e estão imprimindo cada vez mais suas marcas nas paisagens, sendo seus registros identificáveis, classificáveis e mapeáveis.

O número expressivo de publicações sobre o Tecnógeno do Brasil apontadas ao longo deste capítulo demonstra que, desde a

década de 1990, na qual surgiram as primeiras publicações, vem aumentando o estímulo e a elaboração de uma história geoambiental do país, desde a primeira ocupação humana do território. Assim, vem sendo relatada as intervenções antrópicas e suas consequências na transformação ambiental, até os dias atuais.

Metodologicamente, é possível considerar três eixos de pesquisa: o levantamento e análise de casos significativos de mudanças ambientais, locais ou regionais; a análise das fases da história brasileira, especialmente econômica e suas atividades tecnológicas de uso dos recursos naturais e ocupação do solo, conduzindo-a para a compreensão das causas históricas dos casos considerados; e por último; a cartografia dos depósitos e feições tecnogênicas.

Nesse sentido, conforme já afirmado por França Júnior, Korb e Brannstrom (2018) há uma expressiva heterogeneidade do conhecimento produzido sobre o tema do Tecnógeno no Brasil. Todos os cientistas, cujo trabalho é citado aqui, corroboram os seres humanos como um agente geológico/geomorfológico em ambientes com características geográficas intrínsecas, que fornecem variações tecnogênicas na superfície e sub-superfície. Cabe ressaltar que os efeitos do ser humano como agente geológico estão relacionados à apropriação da terra para propósitos muito variados, implementando atividades econômicas em detrimento dos ambientes e produzindo paisagens tecnogênicas retrabalhadas com diferentes graus de vulnerabilidade aos seus ocupantes atuais.

Referências

AB' SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário**. Geomorfologia, São Paulo, n° 18, p. 1-23, 1969.

ARAÚJO JÚNIOR, A. C.R.. **Antropogeomorfologia como instrumento de planejamento ambiental na bacia hidrográfica da estrada nova Belém (PA)**. Revista Geonorte, v. 5, n. 23, p. 173-178, 2016.

BARBOSA, T. S; FURRIER, M. **A geomorfologia antropogênica e a relação uso da terra com o risco geológico no município de João Pessoa–PB**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, n. 1, 2017.

BRAGA, E. et al. **Análise de risco geológico em encostas tecnogênicas urbanas: o caso do Jardim Fortaleza (Guarulhos, SP, Brasil)**. Revista Geociências, UNG. v. 15, n. 1, 2016.

BRANNSTROM, Christian; OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos. **Human modification of stream valleys in the Western Plateau of São Paulo, Brazil: implications for environmental narratives and management**. LDD Land Degradation & Development, [s. l.], p. 535-548, 2000. DOI [https://doi.org/10.1002/1099-145X\(200011/12\)11:6<535::AID-LDR412>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1099-145X(200011/12)11:6<535::AID-LDR412>3.0.CO;2-L). Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/1099145x>. Acesso em: 17 jun. 2020.

BRITO, Gisele Silveira de; ZAINÉ, José Eduardo; RUBIN, Ulio Cezar. **Crítérios de classificação e cartografia de depósitos tecnogênicos aplicados à bacia do ribeirão Anicuns, em Goiânia – GO**. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 65, n. 1, p. 63-76, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/index>. Acesso em: 10 jun. 2020.

CABRAL, João Batista Pereira. **Estudo do processo de assoreamento em reservatórios**. Caminhos de Geografia, v. 6, n. 14, 2005.

CAPELLARI, Benjamin; PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. **Degradação Ambiental, Sedimentação Tecnogênica e Reajustamento da Drenagem na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Sete Voltas (Taubaté, SP)**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 46., 2012, Santos (São Paulo). **Anais [...]**. Santos: SBG, 2012. Disponível em: <http://www.sbgeo.org.br/>. Acesso em: 30 jun. 2020.

COSTA, Jéssica Rafaela da; PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. **Geoquímica de Terrenos Urbanos Modificados pela Humanidade e Serviços Ecosistêmicos (SE): o Caso de Santa Maria (RS, Brasil)**. Revista do Departamento de Geografia, [S. l.], v. 37, p. 150-159, 2019. DOI <https://doi.org/10.11606/rdg.v37i0.151838>. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/index>. Acesso em: 24 jun. 2020.

CUNHA, B.C.C. **Impactos socioambientais decorrentes da ocupação da planície do ribeirão Anicus: o caso da Vila Roriz, Goiânia-GO**. 272f. Dissertação de Mestrado- PPG- UFG. Goiânia, 2000.

DANTAS, M.E. **Controles naturais e antropogênicos da estocagem diferencial de sedimentos fluviais. Bacia do rio Bananal-(SP/RJ), médio vale do rio Paraíba do Sul –RJ**. 1995.142p. Dissertação de Mestrado em Geografia. UFRJ, Rio de Janeiro, 1995.

DIAS, M.B.G. **Aplicação da abordagem geotecnogênica no entendimento das transformações da paisagem na bacia hidrográfica do rio Mandaguari, Oeste Paulista, Brasil**. Presidente Prudente, UNESP, 237p. (Tese de Doutorado) 2020.

ESTEVAM, A.L.D.; SANTOS, E.A., BRITO, M.S. **Depósitos tecnogênicos quinários no interior baiano: o caso da lavra de sedimentos no Parque da Serra do Periperi – região sudoeste da**

Bahia. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 10., 2005. Guarapari (Espírito Santo). **Anais [...]**. Guarapari: ABEQUA, 2005. Disponível em: http://www.abequa.org.br/trabalhos/0227_resumo_abequa_.pdf. Acesso em: 31 mai. 2020.

FIGUEIRA, R. M. **Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo.** Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociências- USP. São Paulo, 2007. 127pag.

FRANÇA JUNIOR, P. 2010. **Análise do uso e ocupação da bacia do córrego Pinhalzinho II utilizando geoindicadores, Umuarama-PR, 1970-2009.** Maringá, 2010. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá-PR. 90p.

_____. **A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR.** Programa de Pós-graduação em Geografia- UNESP. Presidente Prudente-SP. 2016. 209 pag.

FRANÇA JUNIOR, P; SOUZA, M. L. **Tecnógeno em ambientes fluviais: noroeste do Paraná, Brasil.** Quaternary and Environmental Geosciences, v. 5, n. 2, 2014.

FRANÇA JUNIOR, P; KORB, C. C; BRANNSTON. **Research on Technogene/Anthropocene in Brazil.** Quaternary and Environmental Geosciences (2018) 09(1):01-10.

FUJIMOTO. N. S. V. M. **Análise ambiental urbana na área metropolitana de Porto Alegre - RS: sub- bacia hidrográfica do arroio Dilúvio.** 2001. 236f. Tese de Doutorado em Geografia. USP. São Paulo-SP, 2001.

ITALIANI, D.M.; MAHIQUES, M.M. **O registro geológico da atividade antropogênica na região do Valo Grande, Estado de São Paulo, Brasil.** Quaternary and Environmental Geosciences, v. 5, n. 2, 33-44, 2014.

KORB, Carina Cristiane. **Identificação de depósitos tecnogênicos na barragem Santa Bárbara, Pelotas (RS).** 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

KORB, Carina Cristiane; SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Identificação de depósitos tecnogênicos em um reservatório de abastecimento de água na cidade de Pelotas (RS).** Quaternary and Environmental Geosciences, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 41-54, 2014. DOI <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.33918>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abequa>. Acesso em: 6 jul. 2020.

LISBOA, T.H.C. **Alteração da linha de costa do distrito sede Florianópolis- SC, em função de aterros.** Dissertação de Mestrado em Geografia- UFSC. Florianópolis, 2004.

LUZ, Rodolfo Alves da; RODRIGUES, Cleide. **Reconstituição geomorfológica de planícies fluviais urbanizadas: o caso do Rio Pinheiros, São Paulo – SP.** Revista Brasileira de Geomorfologia, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 47-53, 2013. DOI disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v14i1.354>. <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/index>. Acesso em: 4 jul. 2020.

MACHADO, C. A. **Formação e caracterização de depósitos tecnogênicos na cidade de Araguaína (TO).** REVISTA GEONORTE, v. 5, n. 21, p. 87-92, 2016.

MARQUES, Daniele dos Santos; OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos. **Cartografia geotecnogênica da região do Cabuçu,**

Guarulhos, SP, Brasil. Quaternary and Environmental Geosciences, [S. 1.], ano 2014, v. 5, n. 2, p. 82-92, 2014. DOI <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i2.35480>. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/abequa> . Acesso em: 27 maio 2020.

MATHIAS, D. T.; NUNES, J. O. R. **Levantamento topográfico de detalhe como subsídio ao monitoramento evolutivo de processos erosivos lineares**. REVISTA GEONORTE, v. 5, n. 23, p. 526-530, 2016.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. Estudos avançados, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MELLO, E.V; PEIXOTO, M.N; SILVA, T.M; MOURA, J.R. **Evolução da rede de drenagem e transformações tecnogênicas nos canais fluviais em Volta Redonda-RJ- Médio vale do Paraíba do Sul**. In Congresso Brasileiro de estudos do Quaternário. 10º Encontro Brasileiro do Tecnógeno. 2005, Guarapari- ES. Anais da ABEQUA, 2005. CD ROM.

MENDES, L. C.; FELIPPE, M. F. **A geomorfologia do Tecnógeno e suas relações com o rompimento da barragem Fundão (Mariana, Minas Gerais)**. Revista de Geografia-PPGEO-UFJF, v. 6, n. 4, 2017.

MIRANDOLA, F. A. **Carta de risco de escorregamento em ambiente tecnogênico: o caso da favela Real Parque, São Paulo-SP**. Dissertação de Mestrado do Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT. São Paulo, 2008. 217p.

MIRANDOLA, Fabrício Araujo; MACEDO, Eduardo Soares de. **Proposta de classificação do tecnógeno para uso no mapeamento de áreas de risco de deslizamento**. Quaternary and Environmental Geosciences, [S. 1.], ano 2014, v. 5, n. 1, p. 66-81, 2014. DOI Proposta de classificação do tecnógeno para uso no mapeamento de áreas de

risco de deslizamento. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abequa>. Acesso em: 2 jul. 2020.

MOURA, J.R.; MELLO, C.L; SILVA, T.M. **“Desequilíbrios ambientais” na evolução da paisagem: o Quaternário tardio no médio vale do rio Paraíba do Sul.** In congresso Brasileiro de Geologia, 37. São Paulo, SBG, 19892. (Anais, pag. 309-310).

MURATORI, A.M. 1997. **Os micro desertos edáficos na neopaisagem da Região Noroeste do Estado do Paraná – Brasil, como registro de um novo período geológico (Quinário?).** Revista RA'EGA, Vol. 01. p.133-140.

NEM YORK TIMES: **Uma onda de lama.** Acesso em 2019. Disponível em <https://www.nytimes.com/pt/interactive/2019/02/20/world/americas/barragem-brumadinho-rompimento-brasil.html>

NETO, J.S.C; NOLASCO, M.S; ROCHA, C.C. **Alterações na dinâmica do conjunto de lagoas em Feira de Santana-BA, a partir de modificações antrópicas.** In Congresso Bras. De estudos do Quaternário. Guarapari- ES. 2005.

NOLASCO, M.C. 2002. **Registros geológicos gerados pelo garimpo. Lavras Diamantinas - BA. Porto Alegre.** Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 316p.

OLIVEIRA, A.A.; OLIVEIRA, A.M.S.; ANDRADE, M.R.M. **Depósitos tecnogênicos como testemunhos e indicadores de processos geológicos em área urbana degradada em Guarulhos, SP.** Quaternary and Environmental Geosciences v.5, n.2, p.12-27, 2014.

OLIVEIRA, A.M.S. **Estudos sobre o Tecnógeno no Brasil.** In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 10, 2005, Guarapari-ES, Anais...ABEQUA.

OLIVEIRA, A. M ; BRANNSTROM, C., NOLASCO, M. C., PELOGGIA, A. U. G., PEIXOTO, M. N. O., e COLTRINARI, L. (2005). **Tecnógeno: registros da ação geológica do homem** in. Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto. Holos Editora, 363-378.

OLIVEIRA, A M; QUEIROZ NETO, J. P. **Aloformação Andradina: expressão do Antropoceno no Planalto Ocidental Paulista**. Revista do Instituto Geológico, v. 40, n. 1, p. 83-104, 2019.

_____. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR**. São Paulo. 1994. 2v. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.

_____; QUEIROZ NETO, J.P. **Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista**. Boletim Paulista de Geografia n° 73, São Paulo, 1994.

PELOGGIA, A.U.G. **As coberturas remobilizadas: depósitos tecnogênicos de encostas urbanas no município de São Paulo**. Solos e Rochas, v.17, n.2, p.120-125, 2004.

PELOGGIA, A. U. G. **Delineação e aprofundamento temático da geologia do Tecnógeno do município de São Paulo: as consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana**. 1996, 162f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PELOGGIA, A.U.G. **A ação do Homem como ponto fundamental da Geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências v.27, n.2, p.257-268, 1997.

PELOGGIA, A.U.G.. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo.** São Paulo, 1998: Xamã. 271 pag.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. **A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo.** Revista do Departamento de Geografia, [s. l.], v. 16, p. 24-31, 2005. DOI <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0002>. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/index>. Acesso em: 7 jul. 2020.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. **O significado arqueológico dos depósitos tecnogênico-aluviais da bacia do Rio Una (Taubaté, SP).** Revista de Arqueologia Pública, [s. l.], v. 9, n. 13, ed. 1, p. 207-219, 2015. DOI <https://doi.org/10.20396/rap.v9i3.8641304>. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rap/index>. Acesso em: 7 jul. 2020.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens; CAPELLARI, Benjamin; SHIKAKO, André Saulo. **Registros geológicos tecnogênico-sedimentares (Antropocênicos) no Vale do Paraíba do Sul (Taubaté-SP): a aloformação Rio Una.** In: Simpósio de Geologia Do Sudeste, 14., 2015, Campos do Jordão (sp). **Anais [...]**. Campos do Jordão (sp): SBG, 2015. Disponível em: <http://www.sbgeo.org.br/>. Acesso em: 30 jun. 2020.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. **Relíquias da destruição: registros arqueogeológicos da supressão da Mata Atlântica no Vale do Paraíba.** In: CABRAL, Diogo de Carvalho; BUSTAMANTE, Ana Goulart. **Metamorfoses Florestais: culturas, ecologias e as transformações históricas da Mata Atlântica.** Curitiba. 1. ed. [S. l.: s. n.], 2016. p. 286-304. ISBN 9788555072963.

PELOGGIA, A.U.G.; ORTEGA, A. M.. **Sobre a recorrência geohistórica de desastres ambientais no sudeste do Brasil: uma**

perspectiva de longa duração. Revista Geociências-UNG, v. 15, n. 2, p. 61-74, 2016.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens et al. **Processos de formação de terrenos e relevos tecnogênicos correlativos à urbanização: análise morfoestratigráfica e geombiental aplicada na bacia do córrego Água Branca, Itaquaquecetuba (RMSP).** Revista Brasileira de Geomorfologia, [s. l.], v. 19, n. 2, 2017. DOI <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1286>. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/index>. Acesso em: 9 jun. 2020.

PELOGGIA, A.U.G. **Os registros geológicos da agência humana como categoria temática de patrimônio.** In: Simposio Nacional de Ensino e História de Ciências da Terra, 8, Campinas-SP, 2018, Anais, SBG, p. 614-620.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens et al. **A expansão do estrato geológico urbano (arqueosfera) no leste do Estado de São Paulo: a relação entre História, Geografia, Geologia e Arqueologia no Antropoceno.** Revista Brasileira de Geografia, [s. l.], v. 62, n. 2, p. 25-52, 2018. Disponível em: <https://rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg/issue/archive>. Acesso em: 30 maio 2020.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. **Excepcional sítio para o estudo do quaternário continental (incluindo o Antropoceno) no Vale do Paraíba do Sul (Taubaté, SP).** In Simpósio de Geologia do Sudeste, 16., Campinas (São Paulo). Anais [...] . Campinas: SBG, 2019. Disponível em: <http://www.sbgeo.org.br/>. Acesso em: 30 jun. 2020.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens; CRUZ, Taís Renata Fernandes da; QUEIROZ, William de. **Formação de novos biomas em terrenos tecnogênicos: estudo de caso de área de expansão urbana em**

Guarulhos (SP). Revista do Instituto Geológico, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 53-65, 2019. DOI <https://doi.org/10.33958/revig.v40i1.628>. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/index>. Acesso em: 9 jun. 2020.

PUTRINO, Sara Marques; LADEIRA, Francisco Sergio Bernardes. **Tecnossolos Úrbicos do Parque Linear Ribeirão das Pedras, Campinas/SP.** Revista do Instituto Geológico, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 19-52, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.33958/revig.v40i1.627>. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/index>. Acesso em: 29 jun. 2020.

RIBEIRO, M. C. R. MOURA, J.R.S; SALGADO, C.M.S. **Caracterização pedológica de depósitos tecnogênicos no médio vale do rio Paraíba do Sul- região do Bananal (SP/RJ).** In Congresso Brasileiro de Geologia 39. Salvador-BA, 1996. Pag. 493-495.

RODRIGUES, Cleide. **Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista.** Revista do Departamento de Geografia, [s. l.], v. 17, p. 101-111, 2005. DOI <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0008>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/login>. Acesso em: 26 jun. 2020.

RODRIGUES, Cleide et al. **Antropoceno e mudanças geomorfológicas: sistemas fluviais no processo centenário de urbanização de São Paulo.** Revista do Instituto Geológico, [s. l.], v. 40, ed. 1, p. 105-123, 2019. DOI <https://doi.org/10.33958/revig.v40i1.631>. Disponível em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/rig>. Acesso em: 28 jun. 2020.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo-SP. Ed. Oficina de Textos, 2006. 208 pag.

ROSSATO, M. S. **Assoreamento e formação de depósitos tecnogênicos na barragem Lomba do Sabão, Porto Alegre e Viamão – RS.** 2000.66f. Monografia da Graduação- DEGEO- UFRGS. Porto Alegre, 2000.

RUBIN, Julio Cezar Rubin de et al. **Amostragem Dos Depósitos Tecnogênicos Associados Ao Rio Meia Ponte Na Área Urbana De Goiânia-GO.** Revista Brasileira de Geomorfologia, [s. l.], v. 9, ed. 2, p. 3-14, 2008. DOI <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v9i2.105>. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/index>. Acesso em: 29 jun. 2020.

SANTORO, J. **Erosão continental.** In: Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo, 2009. Instituto Geológico.

SANTOS, Eliana Queiroz de Godoi et al. **Terrenos e processos tecnogênicos na área de proteção ambiental Cabuçu-Tanque Grande, Guarulhos (SP): análise, mapeamento e quantificação.** Revista Brasileira de Geomorfologia, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 825-839, 2017. DOI <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1279>. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/index>. Acesso em: 25 jun. 2020.

SILVA, CECÍLIA FÉLIX ANDRADE. **Relevo antropogênico.** Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2016. Link para o livro <https://books.google.com.br/books?id=dh40DwAAQBAJ&lpg=PT7&ots=e0V4OSWVoU&dq=Relevo%20antropogenico&lr&hl=pt-BR&pg=PT7#v=onepage&q=Relevo%20antropogenico&f=false>

SILVA, Marinês da; FILHO, Norberto Olmiro Horn. **Os depósitos tecnogênicos construídos no mapeamento geológico de planícies costeiras: o caso da ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil.** Quaternary and Environmental Geosciences, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 112-120, 2014. DOI <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i2.34697>.

Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abequa>. Acesso em: 30 maio 2020.

SILVA, E. C. N. **Formação de depósitos Tecnogênicos e relações com o uso e ocupação do solo no perímetro urbano de Presidente Prudente-SP**. Dissertação de mestrado PPGG- FCT- UNESP. Pres. Prudente-SP. 2012.

SILVA, Érika Cristina Nesta. Reconstituição Geomorfológica do Relevo Tecnogênico em Presidente Prudente-SP. 2017. 246 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, [S. l.], 2017.

SILVA, Érika Cristina Nesta et al. **A urbanização do Oeste Paulista e a formação de feições tecnogênicas**. Revista do Instituto Geológico, [s. l.], p. 67-81, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.33958/revig.v40i1.629>. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/index>. Acesso em: 28 jun. 2020.

SOBREIRA, Frederico. **Mineração do ouro no período colonial: alterações paisagísticas antrópicas na serra de Ouro Preto, Minas Gerais**. Quaternary and Environmental Geosciences, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 55-65, 2014. DOI <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34432>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abequa>. Acesso em: 2 jun. 2020.

SOUZA, C R G. et al. **Praias arenosas e erosão costeira**. In. Quaternário do Brasil, p. 130-152, 2005.

SOUZA, M. L; ZUQUETTE, L.V. **A influência da ação antrópica na classificação dos materiais inconsolidados na cidade**. Pesquisa em Geociências. UFRGS. Porto Alegre, 2001.

TELLES, R.M. **Evolução Geomorfológica de rio Grande - RS: um confronto de dois tempos**. In SBGFA 1999. Belo Horizonte- MG. 1999. Pag. 438-439.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, Joel Marcel. **Unidades do mapa geológico da ilha de Santa Catarina: as rochas**. Geosul, v. 30, n. 60, p. 225-248, 2015.

VALADÃO, Roberto Célio; SILVA, Cecília Félix Andrade. **Relevo Antropogênico**. [S. l.: s. n.], 2016. 147 p.

VIANA, A.M; RAMOS, R. C; SUERTEGARAY, D.M.A. **Estudo preliminar do processo de assoreamento e formação de depósitos tecnogênicos: represa do IPH/ UFRGS**. In SUERTEGARAY, D.M.A; BASSO, L.A; VERDUM, R. (org.) Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre. 1ed. Porto Alegre- RS, editora UFRGS, 2000. Pag.161-183.

VITORINO, J. C. de ANDRADE, M. R. M., PELOGGIA, A. U. G., SAAD, A. R., OLIVEIRA, A. M.. **Terrenos tecnogênicos do jardim fortaleza, bacia hidrográfica do córrego do entulho, Guarulhos (SP): mapeamento geológico, estratigrafia, geomorfologia e arqueologia da paisagem**. Revista Geociências-UNG, v. 15, n. 2, p. 33-60, 2016.

VON AHN, Maurício Mendes; SIMON, Adriano Luís Heck. **Geomorphological mapping and geodiversity: study at the Minas do Camaquã geosite protection area (Brazil)**. Revista Brasileira de Geomorfologia, [s. l.], p. 427-442, 2017. DOI <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i2.1137>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abequa>. Acesso em: 10 jun. 2020.

Métodos de classificação de terrenos e depósitos tecnogênicos

Pedro França Junior

Este capítulo tem como objetivo evidenciar metodologias utilizadas para descrever e interpretar os terrenos e depósitos tecnogênicos. A primeira análise que deve-se fazer para identificar os terrenos tecnogênicos, é por meio das observações do meio físico conforme as perspectivas de Rodrigues (2005), onde a autora destaca os estudos voltados ao reconhecimento das mudanças em taxas de processos em ambientes urbanizados:

- a) observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
- b) investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
- c) investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação;
- d) empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais;
- e) empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
- f) explorar a abordagem sistêmica;
- g) usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência;
- h) dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;

- i) levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais;
- j) ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas.

Além das observações acima, na pesquisa de Price et al (2011) que contribui para exemplificar as principais formas de relevo com interferência antrópica que representam exemplos técnicos e uma metodologia utilizada para a classificação dos terrenos antrópicamente modificados do Serviço Geológico da Inglaterra (fig. 1).

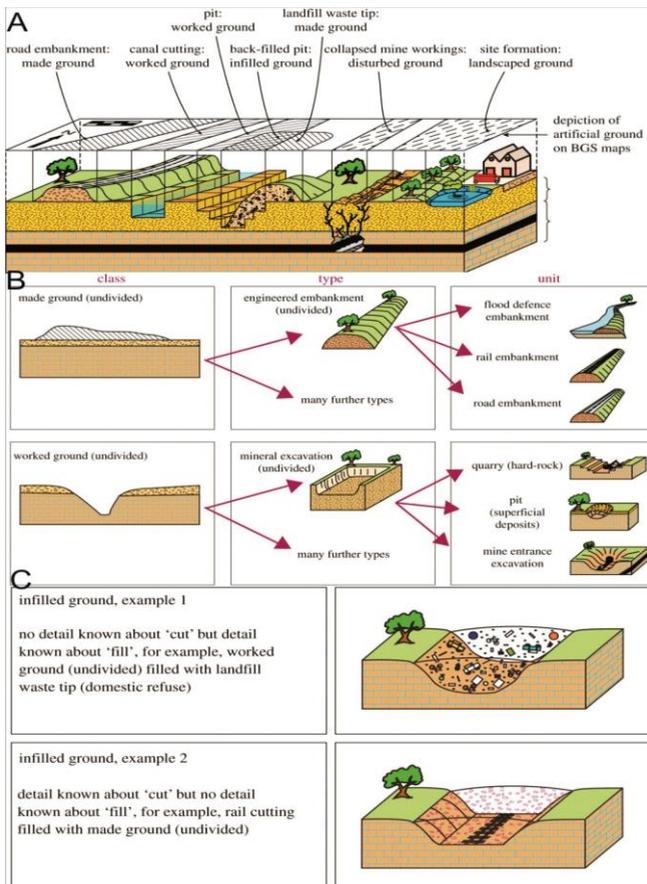
Um outra tecnica interessante e já utilizada no Brasil em diversas teses e pesquisas científicas, e que teve por base o trabalho de Price et al Op. Cit., é a proposta por Peloggia et al (2014), em que os autores utilizaram vossa experiência acadêmicas e outras referências internacionais e nacionais para fundamentar a proposta para a classificação dos Terrenos Tecnogênicos.

Conforme Peloggia Op. Cit. Os terrenos tecnogênicos são classificados em: de agradação – destacando-se os depósitos construídos, de preenchimento, induzido aluvial, coluvial e remobilizado; de degradação – destacando-se: terreno erodido, escorregado, afundado e escavado; terrenos modificados - solos química e mecanicamente alterados; e terreno tecnogênico misto - camadas sobrepostas e camadas complexas, relacionadas aos aterros sanitários, respectivamente (Tabela 1).

Após a definição dos terrenos, descreveram-se os materiais que preenchem o ambiente alterado os depósitos tecnogênicos. Os materiais dos depósitos tecnogênicos podem ser identificados

pela metodologia da “classificação integrada” do Pesquisador Peloggia (1999) para a identificação dos depósitos tecnogênicos, que estão descritos no próximo item.

Figura 1 - A- examples of the main types of artificial ground and how they are shown on geological maps by the British Geological Survey; B-example classification for made ground and worked ground in the enhanced classification scheme; many more types are present in the full scheme; C- example classification of infilled ground derived from the enhanced classification of artificial ground.



Fonte: Price et al, (2011)

Tabela 1. Principais características dos terrenos tecnogênicos

CLASSE DE TERRENO TECNOGÊNICO	Conceito	Categorias de mapeamento	Classificação genética de tipos de terrenos, solos e depósitos tecnogênicos		Exemplos típicos
Terreno tecnogênico de agradação	Depósito tecnogênico sobre terreno natural ou escavado	Depósitos tecnogênicos	Depósito construído de 1ª geração	Depósito Construído (Depósito sobre terreno natural)	Aterros em geral Diques e Barragens de terra Botas-fora Depósitos de Lixo e Aterros Sanitários Enrocamentos
				Depósito Construído de Preenchimento (Depósito sobre terreno escavado ou erodido)	
			Depósito induzido de 1ª geração	Depósito Sedimentar Induzido Aluvial (Depósito de fundo de vale)	Depósitos Sedimentares relacionados às redes de drenagem atuais
				Depósito Sedimentar Induzido Coluvial (Depósito de encosta)	
Depósito de 2ª geração	Depósito Remobilizado	Quaisquer depósitos formados por retrabalhamento de depósitos previamente existentes			
Terreno tecnogênico de degradação	Terreno natural ou tecnogênico alterado em sua morfologia por perda de volume de material	Cicatrizes tecnogênicas induzidas	Terreno Erodido (cicatrizes erosivas)		Sulcos Ravinas Voçorocas
			Terreno escorregado (Cicatrizes de deslizamentos)		Escorregamentos em geral
			Terreno Afundado (Afundamentos por subsidência ou colapso)		Dolinas Poços Sumidouros Depressões

	volume de material		Terreno Afundado (Afundamentos por subsidência ou colapso)	Dolinas Poços Sumidouros Depressões
		Cicatrizes Tecnogênicas Construídas	Terreno Escavado (Superfície de escavação)	Cortes de terraplanagem Cavas de mineração
Terreno tecnogênico modificado	Terrenos in situ Modificados	Horizontes alterados	Solo Quimicamente Alterado (Horizontes com alteração química)	Solo contaminado com efluentes ou pesticidas
			Solo mecanicamente alterado (Horizontes compactados ou revolvidos)	Solo compactado Subsolagem de solo agrícola
Terreno tecnogênico misto	Terreno resultante da superposição de ações antrópicas	Unidades Compostas	Camadas Sobrepostas	Aterro (depósito construído) sobre depósito de assoreamento (induzido)
		Unidades Complexas	Camadas Complexas (unidade indiferenciada)	Aterro alterado por efluentes (depósitos construído e modificado) Camadas arqueológicas

Fonte: PELOGGIA *et al* (2014)

Classificação integrada para a identificação dos depósitos tecnogênicos

A fim de facilitar a compreensão dos materiais que compõem os terrenos tecnogênicos (item anterior), podem ser descritos concomitantemente os materiais que compõem os depósitos tecnogênicos, ou seja, os materiais que geram um novo relevo antrópico.

Quanto à classificação (ordenação e hierarquização dos tipos de depósitos), é ponto fundamental ter-se claro, na caracterização de um depósito tecnogênico, enquanto registro geológico gerado pela atividade humana, o conceito de depósito correlativo, ou seja, que corresponde a determinada ação específica; isto é, não existiria, ao menos naquela forma e expressão, sem uma ação que pode ser, assim, determinada e especificada e, uma vez isso feito, a caracterização do depósito decorre dela, mesmo que faltem atributos litológicos diferenciadores (Peloggia e Oliveira, 2005).

O quadro 3 corresponde à união de metodologias descrita na obra de Peloggia (1999), onde o autor agrupou-as, facilitando a descrição e compreensão dos depósitos tecnogênicos.

Quadro 1. Classificação integrada dos depósitos tecnogênicos.

Parâmetro	Gênese	Composição	Estrutura	Formas de Ocorrência	Ambientes
Depósito tecnogênico (dt)	1ª ORDEM Construídos ^A Induzidos ^A Modificados ^A 2ª ORDEM Retrabalhados ^B Remobilizados	Urbicos ^C Gárbicos ^C Espólicos ^C Líticos Sedimentares Tecnogênico- aluviais ^D	Estratificados Em camadas Em células Maciços Irregulares	Maciços isolados Lençóis de aterramento Coluvioformes Aluvioformes	Industriais ^B Mineiros ^B Urbanos ^B e periurbanos Rurais ^B

Fonte: PELOGGIA, (1999)¹

¹ Referências utilizadas pelo autor: A) Oliveira, 1990; B) Nolasco, 1998; C) Fanning e Fanning, 1989; D) Osovetskiy, 1996.

A classificação integrada considera os parâmetros de gênese, composição, estrutura, forma de ocorrência e ambiente tecnogênico. De forma geral, os parâmetros podem ser descritos da seguinte forma:

1) **Quanto à gênese:** compõem esse parâmetro os depósitos de *primeira ordem (a)*, que englobam os depósitos construídos, induzidos e modificados, e os de *segunda ordem (b)*: retrabalhados e remobilizados.

(a) depósitos de primeira ordem ou geração, a partir da sistemática geral proposta por Oliveira (1990), que diferencia depósitos construídos- resultantes da ação humana direta; (por exemplo, aterros); induzidos -resultantes de processos naturais modificados; (exemplo, assoreamento produzido por erosão antrópica); e modificados- depósitos naturais pré-existent, mas alterados; (exemplo, solo contaminado); e

b) de segunda ordem, depósitos remobilizados (por exemplo, depósitos de fundos de vale, formados por escorregamentos de aterros) e retrabalhados - propostos por Nolasco, (2002); (exemplo, aterros ravinados).

2) **Quanto à composição:** compõem esse parâmetro os depósitos *úrbicos, gárbicos, espólicos, líticos* (com predomínio de blocos ou fragmentos de rocha) e o abandono da categoria: *dragados*, por ser possível a sua inclusão dentro dos espólicos e por ter conotação genética, e não referente à constituição. Com relação aos depósitos induzidos, tem-se a categoria *sedimentar*, quando apresenta quantidade pequena de artefatos, e *tecnogênico-aluvial*, quando composto por partículas naturais e tecnogênicas.

Quanto à composição, que corresponde às características dos materiais visualizados com fim de identificação, são descritos

abaixo conforme Fanning e Fanning (1989) apresentam os depósitos tecnogênicos urbanos:

- **Materiais úrbicos** (do inglês *urbic*): trata-se de detritos urbanos, materiais terrosos que contêm artefatos manufaturados pelo homem moderno, frequentemente em fragmentos, como tijolos, vidro, concreto, asfalto, pregos, plástico, metais diversos, pedra britada, cinzas e outros, provenientes, por exemplo, de detritos de demolição (entulhos).

- **Materiais gárbicos** (do inglês *garbage*): são depósitos de material detrítico como lixo orgânico, de origem humana e que, apesar de conterem artefatos em quantidade muito menores que a dos materiais úrbicos, são suficientemente ricos em matéria orgânica para gerar metano em condições anaeróbicas (lixo doméstico).

- **Materiais espólicos** (do inglês *spoil*): materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem em minas a céu aberto, rodovias ou outras obras civis. Incluir-se-iam aqui também os depósitos de assoreamento, induzidos pela erosão acelerada. Seja como for, os materiais contêm pouquíssima quantidade de artefatos, sendo assim identificados pela expressão geomórfica “não natural” ou ainda por peculiaridades texturais e estruturais em seu perfil.

- **Materiais dragados**: (do inglês: *dragged*) materiais terrosos, provenientes da dragagem de cursos d'água e comumente depositados em diques em cotas topográficas superiores às da planície aluvial.

3) **Quanto à estrutura**: relacionados à organização interna do depósito tecnogênico, podem ser depósitos *estratificados*, quando apresentam estruturas sedimentares, resultantes de processos naturais ou artificiais; *acamados*, ou seja, com sobreposições horizontais, em *células*, como os aterros sanitários; *maciços*, quando não apresentam estrutura interna

definida; e *irregulares*, quando apresentam arranjo interno aleatório.

4) **Quanto à forma de ocorrência:** apresentam as denominações *aluvioformes* e *coluvioformes*, que são análogas aos aluviões, (os depósitos de assoreamento) e aos colúvios (as coberturas remobilizadas), os *maciços isolados* e os *lençóis de aterramento*, sendo estes “[...] amplas superfícies recobertas por depósitos tecnogênicos pouco espessos, em geral antigas várzeas” (PELOGGIA, 1999, p. 39).

5) **Quanto ao ambiente:** nesse item estão inclusos os ambientes *industriais*, *mineiros*, *urbanos e periurbanos*, *rurais*, sendo a classificação *periurbanos* inclusa por Peloggia *op. cit...*

Procedimentos de coleta e descrição de testemunhos com depósitos tecnogênicos induzidos

Os pontos de coleta dos depósitos tecnogênicos induzidos podem ter como critério, a localização de bacias hidrográficas, principalmente nos trechos finais, próximas à confluência de um canal principal, ou onde o rio perde velocidade, e as taxas de deposição são superiores que as de transporte.

Para a coleta de material, deve-se limpar o local com ferramentas de campo: enxada, foice, facão e levar canos de PVC/alumínio de 6 pol. com alturas correspondentes ao tamanho do perfil que pretende retirar. Para enterrar o cano, pode ser com o auxílio de marretas de 5kg, ou de vibrocor, nos taludes ou planícies das margens dos canais (Fig.2). Antes de retirar o testemunho, deve-se tomar o cuidado, e não pode deixar entrar ar na extremidade superior, pois pode danificar às amostras, deve-

se tampá-lo e vedá-lo. Posteriormente deve-se levar os testemunhos ao laboratório para secar.

Um outro procedimento importante é registro fotográfico com escalas. Isso é importante, para mostrar as dimensões dos objetos e validar as informações com os tamanhos reais. Outro ponto importante, é registrar o ponto de coleta com um GPS, para determinar as coordenadas geográficas e a altitude. A altitude, é um dos pontos interessantes a observar quando ocorre a mudança dos terrenos.

Figura 2 - Trabalho de campo para cravar os tubos de PVC às margens dos córregos/arroios em Guarapuava-PR.

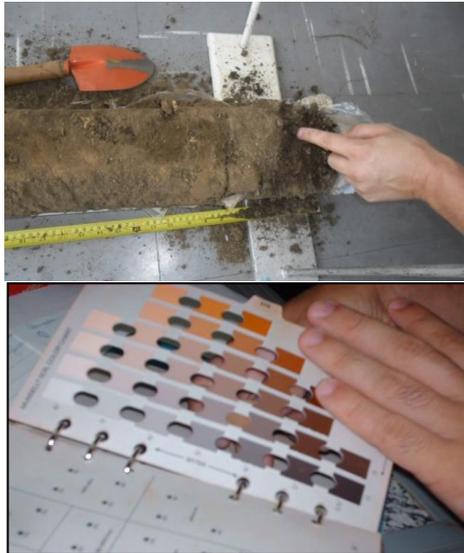


Fonte: França Junior, 2016.

Laboratório

Em laboratório, os tubos foram abertos para a descrição visual e identificação das respectivas camadas, e por meio da cor (adaptada da Carta de Munsell, 2000), da textura e da coesão dos materiais manufaturados (fig. 3). Para a tradução da cor da carta de Munsell, utiliza-se adaptação do Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (LEMOS; SANTOS, 1996). Por coesão entende-se a maior ou menor tenacidade do material, sendo isso observado com o material seco (adaptação de FREIRE, 2006).

Figura 3 - Procedimento de limpeza e reconhecimento das camadas e classificação da cor de cada uma destas por meio da tabela Munsell (2000)



Fonte: França Junior, 2016.

Com o testemunho aberto, deve-se registrar com fotografias devidamente com escala- caneta, fita métrica, mão. Após, é interessante analisar a sondagem e definir visualmente as camadas, e coletar de cada camada dos testemunhos amostras para análises de espectro de partículas, (granulometria), que pode ser utilizado o método da EMBRAPA (1997). Por meio dessa análise é possível obter a classificação textural das amostras de cada camada identificada. Os resultados em percentuais ($g.kg^{-1}$) de areia, silte e argila podem ser tabulados e transpostos para o diagrama textural, proposto pela USDA (1951, apud LEMOS e SANTOS, 1996) para determinação da classe. Os resultados obtidos na análise granulométrica, adaptada da metodologia da EMBRAPA op. cit., auxiliam na interpretação de diferenças texturais entre as camadas.

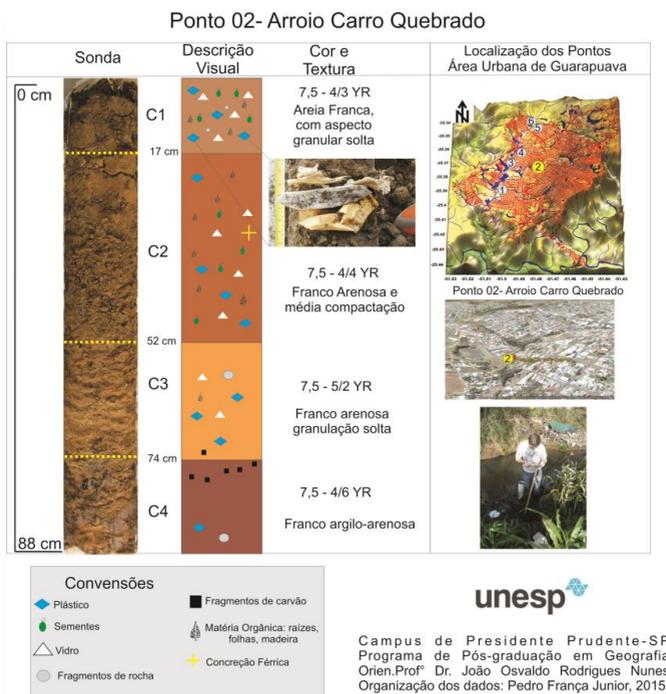
Após estas análises, estabeleceram-se relações com o ambiente deposicional, tendo como base adaptações dos conhecimentos da Geomorfologia Fluvial, de Christofolletti (1981). Além das descrições físicas, analisam-se macroscopicamente os materiais tecnogênicos, alocados em cada camada determinada, utilizando-se lupas com aumento de 1,8 vezes, bem como tato para percepção dos materiais constituintes tais como: concreções ferruginosas, plásticos, vidros, sementes, carvão e madeira.

Representação dos testemunhos

Posteriormente às análises granulométricas, a fim de representar didaticamente as informações dos testemunhos, desenvolve-se um layout (arranjo) no software Coreldraw para se

mostrar detalhadamente os resultados parciais. Cada representação contém: descrição visual das camadas; características granulométricas (textural); identificação de elementos antrópicos (carvão, plástico, borracha, madeira etc.); imagens do local e mapa de localização do ponto no perímetro urbano do Google Earth Pro. Essa forma de representação visual foi desenvolvida a partir das pesquisas de Korb (2006), França Junior (2010, 2016) e Silva (2012, 2017) (fig. 04).

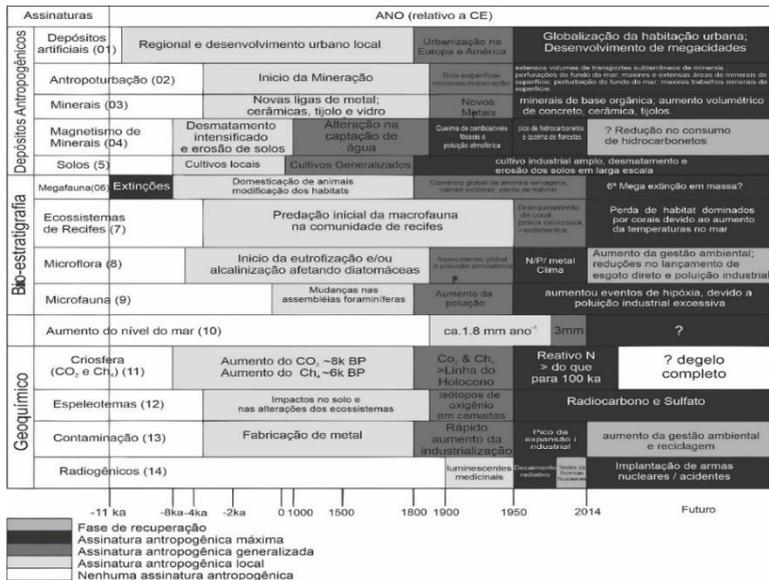
Figura 4 - Descrição visual do testemunho do arroio Carro Quebrado



Fonte: França Junior, 2016.

Além das classificações já destacadas, existem outras características que podem ser desenvolvidas para melhorar a compreensão das atividades antrópicas e identificar os terrenos e depósitos tecnogênicos. Na pesquisa de Waters et al (2014) os autores descrevem as assinaturas para a identificação dos efeitos do Antropoceno (fig. 5). Essas assinaturas correspondem às evidências das atividades humanas. Para cada evidência, deve-se buscar mecanismos de análise metodológica. Neste capítulo nos atemos aos depósitos e terrenos, mas é possível incluir análise de magnetismo, microscopia, palinologia, físico-química, datações, análises de micropartículas de plásticos entre outros.

Figura 5 - Significado relativo das assinaturas antropogênicas conforme o tempo.



Fonte: Waters et al (2014).

Referências

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

DIAS, M. B. G. SILVA, E. C. N. FRANÇA JUNIOR, P. **Procedimentos metodológicos para coleta e análise de depósitos tecnogênicos em áreas urbanas**. IN: DIAS, M.B.G; NUNES, J. O. R. TRILHANDO PELOS SOLOS: Construção de um percurso. Compasso, Porto Alegre. 2017. 228p. e-book.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, R.J.). **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. Il. (EMBRAPA – CNPS. Documentos; 1).

FRANÇA JUNIOR, P. 2010. **Análise do uso e ocupação da bacia do córrego Pinhalzinho II utilizando geoindicadores, Umuarama-PR, 1970-2009**. Maringá, 2010. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá-PR. 90p.

FRANÇA JUNIOR, P. **A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR**. Tese de doutorado-FCT/UNESP. Presidente Prudente- SP. 2016. 215p.

KORB C.C.. **Identificação de depósitos tecnogênicos na barragem Santa Bárbara, Pelotas (RS)**. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

MUNSELL, C. **Munsell soil color charts**. Nova York. GretagMacbeth. 20 p. 2000.

PELOGGIA, A. U. G. **Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografia dos solos e depósitos tecnogênicos**. In:

PELOGGIA, A. U. G. **Manual Geotécnico 3: Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana (I)**. São Paulo: [s.n.], p.35-50. 1999.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. **Classificação Geológica e Mapeamento de Terrenos Tecnogênicos (Artificiais): estado da arte e análise comparativa**. 16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo, 2018. Anais.

PELOGGIA, A. U. G; OLIVEIRA, A. M. SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. **Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action**. Quaternary and Environmental Geosciences. 2014. 05(2): 67-81.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens; OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos. **Tecnógeno: um novo campo de estudos das geociências**. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. 2005.

PRICE, S. J; FORD, J. R; COOPER, A.H; NEAL, C. **Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the signicance of artificial ground int Great Britain**. The Royal Society Journal. Vol.369, 1056-1084. 2011.

PRICE, S. J; FORD, J. R; COOPER, A.H; NEAL, C. **Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the signicance of artificial ground int Great Britain**. The Royal Society Journal. Vol.369, 1056-1084. 2011.

SILVA, E. C. N. **Formação de depósitos Tecnogênicos e relações com o uso e ocupação do solo no perímetro urbano de Presidente Prudente-SP**. Dissertação de mestrado PPGG- FCT- UNESP. Pres. Prudente-SP. 2012.

SILVA, Érika Cristina Nesta. **Reconstituição geomorfológica do relevo tecnogênico em Presidente Prudente-SP**. Tese de Doutorado. FCT/ UNESP. Presidente Prudente- SP. 2017.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blüncher Ltda.; da Universidade de São Paulo, 1973.

WATERS, C. ZALASIEWICZ, J. A. , WILLIAMS M; . ELLIS M. A; ANDREA M. SNELLING A. **Stratigraphical basis for the Anthropocene? Geological Society**. London, Special Publications, v. 395, n. 1, p. 1-21, 2014.

O ambiente urbano sua relação com a formação de terrenos tecnogênicos

*Pedro França Junior
Carina Cristiane Korb*

Este capítulo tem como objeto de evidenciar a relação da construção do ambiente urbano e sua relação com o espaço geográfico, que está em constante transformação.

Adota-se como referência inicial o principal conceito e objeto de estudo da ciência geográfica: o espaço geográfico, entendido como aquele produzido e apropriado pela sociedade (LEFEBVRE, 1974), composto pela inter-relação entre sistemas de objetos – naturais, culturais e técnicos – e sistemas de ações – relações sociais, culturais, políticas e econômicas (SANTOS, 1996).

O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá. No começo era a natureza selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituídos por objetos técnicos, mecanizados e, depois, cibernéticos, fazendo com que a natureza artificial tenda a funcionar como uma máquina (SANTOS, Op. cit. pag. 51).

A partir dessa perspectiva, os objetos geográficos são indissociáveis das ações humanas, mesmo sendo objetos naturais. Mas o que são as ações?

A ação é o próprio homem. Só o homem tem ação, porque só ele tem objetivo, finalidade. [...] As ações humanas não se restringem aos indivíduos, incluindo, também, as empresas, as instituições. [...] As ações resultam de necessidades, naturais ou criadas. Essas necessidades: materiais, imateriais, econômicas, sociais, culturais, morais, afetivas é que conduzem os homens a agir e levam a funções. Essas funções, de uma forma ou de outra, vão desembocar nos objetos. [As ações] conduzem à criação e ao uso dos objetos, formas geográficas. [...] As duas categorias, objeto e ação, materialidade e evento, devem ser tratadas unitariamente. Os eventos, as ações, não se geografizam indiferentemente. [...] O espaço geográfico deve ser considerado como algo que participa igualmente da condição do social e do físico, um misto, um híbrido (SANTOS, 2002, pag. 67-70).

Santos (2002) explica que esse domínio que o espaço exerce sobre a sociedade que o produziu, advém de o espaço ser resultado, condição e meio de um modo de produção em um período histórico e guarda aquele momento de modo de produção, por meio das formas e da organização espacial. Essas formas não desaparecem por completo quando mudam o período ou o modo de produção por meio das formas e da organização espacial. Elas influenciam novas formas, fazem com que novos processos se adaptem às formas já existentes. Alguns processos necessitam da criação de formas novas para se efetivar. Assim, nesses termos,

compreende-se que o “espaço é um acúmulo desigual de tempos, onde diversos tempos históricos materializados no espaço coexistem e influenciam os processos e as formas novas” (SANTOS, op. cit.).

Na concepção de Milton Santos, no princípio da história a natureza era composta por elementos que resultavam de uma dinâmica natural. A partir da socialização do homem, ou seja, da sua sedentarização, o contínuo e progressivo processo de transformação possibilitou a socialização da natureza e os elementos naturais ao longo do tempo, foram sendo substituídos por objetos essencialmente tecnificados. Neste cenário, a natureza é entendida como parte do sistema de objetos, artificializados ou não. São as ações mediadas pela técnica que transfiguram a natureza em diferentes tempos.

Para Suertegaray (2000) o período técnico em que vivemos, denominado por Milton Santos como "técnico-científico-informacional" não nos permite pensar a natureza como primariamente natural, ou seja, como decorrente de processos originados de sua auto-organização. Os seres humanos, uma vez presentes sobre a superfície da Terra, como entes naturais mas opostos à natureza, têm promovido através de avanços técnicos e, ou das atividades produtivas, profundas mudanças nessa natureza.

De acordo com Korb (2006), o processo de transformação do espaço possibilita a transfiguração da natureza, o que leva à reflexão sobre o surgimento e elementos do ambiente, confirmados sob a forma de depósitos e ambientes tecnogênicos. A autora ainda salienta que é interessante analisar o espaço geográfico por uma perspectiva conceitual, que não expresse

apenas o sistema de objetos, mas também as transfigurações: a questão ambiental.

Suertegaray (2000) define ambiente como homem/sociedade e seu entorno, relacionando as afinidades que se dão entre os seres humanos e a natureza os quais são concebidos como sujeitos das transformações. A autora faz a inter-relação da Geografia Física e a Humana, do meio ambiente com o espaço geográfico e a formação dos depósitos tecnogênicos, e descreve:

Do processo histórico de produção/organização do espaço geográfico bem como, das mudanças ambientais, resultam os depósitos tecnogênicos, como derivações ambientais processadas pelo homem. Dessa forma, a compreensão do espaço geográfico na sua face ambiental implica conceber que: “a presença do homem concretamente como ser natural e, ao mesmo tempo, como alguém oposto à natureza promoveu/promove profundas transformações na natureza...” (SUERTEGARAY, 2000; pag. 30).

O meio ambiente é o ambiente da sociedade, que transforma o meio para suas condições de sobrevivência. É nesse meio ambiente que o agente antrópico transforma a natureza em recursos, altera a topografia para construção de suas residências, evolui culturalmente (aprende a viver em sociedade conforme sua legislação) e transforma o espaço por critérios mais definidos, adquirindo tecnologias e as readequando ao histórico das paisagens, para permitir sua sobrevivência e desenvolvimento. O homem cria um ambiente urbano, que o diferencia dos meios ambientes dos outros seres vivos (FRANÇA JUNIOR, 2016).

Dulley (2004) destaca, que atualmente a maioria da população mundial está vivendo no ambiente urbano:

[...] o ambiente urbano que podem ser vista como natureza modificada pelo homem, afastada, portanto da categoria natureza, assumindo a categoria de meio ambiente específico, denominado também de meio ambiente construído. A natureza tem, então, um sentido dinâmico, pois está constantemente sendo transformada em meio ambiente, como decorrência do constante aumento do conhecimento do homem sobre ela. Os sistemas sociais humanos afastam-se gradualmente do “natural”, pois, por sua própria natureza, tem por objeto conhecê-la e modificá-la (DULLEY, 2004, pag. 21).

O autor ainda considera que a natureza não é estática, e sim dinâmica, está sempre se transformando (em meio ambiente) de modo imperceptível e/ou violento, mas nela sempre atuam mecanismos próprios ou naturais que buscam restaurar o equilíbrio. O sistema social produtivo humano quer trabalhe no sentido favorável, quer desfavorável ao ambiente e natureza, não tem capacidade de destruí-lo (a), e o autor afirma:

Podem sim, tornar o seu meio ambiente impróprio para a sobrevivência da espécie humana, de tal modo que a espécie seja eventualmente excluída da natureza com a deterioração e extinção do seu meio ambiente. E com a exclusão da espécie humana da natureza, o conceito de ambiente também deixaria de existir, pois não haveria mais ninguém apto a pensá-lo. Não haveria mais cultura. O ambiente pode, portanto ser considerado como todo produto do conhecimento que o sistema social produtivo tem sobre a natureza e o meio ambiente (DULLEY, Op. cit., pag.21).

O meio ambiente urbano é o resultado material, histórico e territorialmente inscrito da combinação das maneiras de se produzir (fabricar, tornar consumível) e de consumir (transformar, degradar) as “coisas” que, num primeiro momento, pode-se chamar de “bem comum”. Esse modo de produzir e consumir se modifica no tempo e no espaço e é função da disponibilidade dos bens, da gestão e das práticas das quais eles são objetos. Eles são produzidos no sentido de que eles sofrem um processo (físico, químico, jurídico, econômico, social e político) que, de um lado, torna-os consumíveis (a partir de recursos naturais, técnicos, sociais, jurídicos e culturais) e de outro lado os faz entrar na ideia de “bem comum” (aos quais todos os cidadãos têm direito e que é necessário restaurar, preservar, transmitir às gerações futuras) e se constitui numa nova categoria de percepção do mundo. Eles são consumidos no sentido de utilizados, transformados, degradados ou destruídos. Neles intervêm diferentes atores e estratégias (GOULART, 2005 pag. 01).

Essas transformações do espaço geográfico engendrados pelo homem alteram-se um sistema ambiental próprio, revelado por meio dos aspectos naturais do ambiente: rocha, clima, solos, relevo, vegetação. O homem utiliza madeira, as rochas para construção de suas casas, estradas, etc. e tornam-se visíveis cicatrizes na paisagem com sua retirada; adapta-se ao tempo, na queima ou guardando mais energia em decorrência das variações climáticas; mora em terrenos favoráveis ou adapta os desfavoráveis, conforme a topografia; utiliza os solos para fundação de suas casas, para filtro para seus dejetos e os solos do entorno para produção de seu alimento, e parte de sua energia; e os rios como sua fonte de abastecimento, de descarte do esgoto, e dos resíduos que não lhe serve, ou que é carregada por essa nova

condição ambiental imposta. Tudo isso num ciclo contínuo que ora é amenizado, ora é intensificado pelas condições econômicas.

De acordo com Lisboa (2004), o crescimento demográfico está entre os motivos que impulsionam o homem a desenvolver técnicas de sobrevivência e controle do ambiente. No início da história da humanidade, as técnicas desenvolvidas eram dirigidas principalmente para as atividades agrícolas e ao longo do tempo insere-se o processo produtivo que exige um controle maior do ambiente. Nesse processo, observou-se que houve mudança na relação do homem com a natureza, da “natureza amiga para a natureza hostil”.

Ainda conforme a autora o “objeto de domínio e remodelação por meio dos projetos fáusticos, é a expressão da modernidade em praticamente todos os centros urbanos”. As cidades exigem uma série de ajustes ambientais para poderem dar suporte a uma população que cresce ano a ano. Água potável, energia elétrica, sistema de esgoto, rodovias, aeroportos, enfim, precisam de espaço para ser implementados. Um exemplo é o Japão, cujas características morfológicas são altamente limitantes para o crescimento urbano do país, que tem essa dificuldade superada por meio das dragas gigantes, de muita dinamite e de concreto. A criação das ilhas artificiais, ou ilhas tecnogênicas, são amostras da capacidade atual do homem em transfigurar a paisagem. O registro da ação humana está nas novas formas de relevo e nas camadas estratigráficas (LISBOA, 2004).

Como, exemplo é o caso do Rio de Janeiro, que aterrou baías, aplainou morros e de São Paulo já aterrou suas várzeas dos rios Tietê e Pinheiros, que agora faz os piscinões entulhados de depósitos induzidos. São as exigências da cidade num processo

contínuo de mutação e readaptação, que por meio de novos objetos criam-se novas relações.

Com base nessa forma de conviver com o ambiente urbano, é que surgem as questões voltadas ao homem como agente geológico-geomorfológico, pois, assim como ele produz os processos, os processos agem sobre suas ações. E essas implicações geram problemas remetidos à forma como esse agente convive nesse ambiente.

Rodrigues (2005) destaca as orientações básicas para se estudar os efeitos das ações antrópicas no meio ambiente urbano:

- Observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
- Investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
- Investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação;
- Empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais;
- Empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
- Explorar a abordagem sistêmica;
- Usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência;
- Dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;
- Levantar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais;
- Ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas.

Além das observações gerais, é necessário observar os materiais presentes dos ambientes alterados pelas atividades humanas. “Dada à complexidade das dinâmicas sociais e naturais, a identificação e classificação dos depósitos tecnogênicos possibilitaram o entendimento acerca da intervenção humana sobre a natureza e suas dinâmicas, constituindo-se em marcos estratigráficos na paisagem” (PELOGGIA, 1996).

Os depósitos e terrenos tecnogênicos também podem ser interpretados como sistemas. A proposição do termo sistema dá-se em função de, ou como resultado da tecnogênese, ocorrem diversidades, complexidades, dinamismos e, principalmente, interação de processos e feições dentro dos vários ambientes urbanos (Figueira, 2007).

O termo tecnogênese, é destacado a importância da presença da tecnologia na ação humana envolvida, definida como conjunto de processos por meio dos quais os seres humanos atuam na produção econômica ou em qualquer atividade que envolva objetos e a apropriação de materiais (Oliveira, 2005). E são nos ambientes urbanos que essas tecnologias são mais empregadas.

Referências

DULLEY, R. D. **Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais.** Agricultura em São Paulo, São Paulo 51.2 (2004): 15-26.

FRANÇA JUNIOR, Pedro. **A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos**

tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR. Tese de Doutorado. UNESP, Presidente Prudente- SP. 2016.

FIGUEIRA, R. M. Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociências- USP. São Paulo, 2007. 127pag.

GOULART, F.G.T. Meio Ambiente Urbano. Anais do X encontro de Geógrafos da América Latina. São Paulo, 2005.

KORB C. C. Identificação de depósitos tecnogênicos na barragem Santa Bárbara, Pelotas (RS). 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

LEFEBVRE, H. La production de l'espace. L'Homme et la société, 31(1), 15-32. (1974).

LISBOA, T.H.C. Alteração da linha de costa do distrito sede Florianópolis- SC, em função de aterros. Dissertação de Mestrado em Geografia- UFSC. Florianópolis, 2004.

OLIVEIRA, A.M; BRANNSTROM, C., NOLASCO, M. C., PELOGGIA, A. U. G., PEIXOTO, M. N. O., e COLTRINARI, L. (2005). Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. in. Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto. Holos Editora, 363-378.

PELOGGIA, A. U. G. Delineação e aprofundamento temático da geologia do Tecnógeno do município de São Paulo: as consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana. 1996, 162f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

RODRIGUES, C. "**Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista.**" Revista do Departamento de Geografia 17.2005 (2005): 101-111.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-ter-ritorial e ambiental brasileiros.** São Paulo, 1997. Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado.

RODRIGUES, C. **On Anthropogeomorphology.** In: Anais da Regional Conference on Geomorphology, 1999, Rio de Janeiro. v. 1. p. 100-110,1999.

SANTOS, M. **A natureza do espaço. Técnica e tempo.** Razão e emoção, 2. São Paulo,1996.

SANTOS, M. **O tempo nas cidades.** Ciência e Cultura, São Paulo, 2002. 54(2), 21-22.

SUERTEGARAY, D. M. A ; NUNES, J. O. R. **A natureza da Geografia Física na Geografia.** Revista Terra Livre, n. 17, p. 11-23, 2001.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Espaço geográfico uno e múltiplo.** In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (org). **Ambiente e Lugar no urbano: a Grande Porto Alegre.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

Depósitos tecnogênicos e os riscos ambientais

Pedro França Junior

Este capítulo tem como objetivo, evidenciar a relação dos depósitos tecnogênicos com a criação de novos ambientes de risco e do aumento da vulnerabilidade em decorrência das alterações antrópicas.

A urbanização marcada por um ordenamento do território, em alguns locais não planejados, resulta em manifestações tecnogênicas, pois recria as paisagens e modifica completamente a dinâmica superficial, seja degradando ou agradando o relevo. Esse processo inicia-se com a fundação da cidade, desenvolve-se e ganha destaque nas regiões periféricas e geotecnicamente instáveis, seja nas planícies e alvéolos ou nos setores declivosos de solos rasos e até mesmo em regiões serranas.

Carvalho e Prandini (1998) ressaltam a superposição de intervenções antrópicas que muitas vezes pode sair de um ambiente geológico e evoluir para os ambientes tecnogênicos, colocando em risco progressivo os municípios que habitam essas áreas.

Para Figueira (2007), em São Paulo, a expansão urbana desordenada, não planejada, levou muitas áreas a serem ocupadas com variadas ações tecnogênicas, começando pelo desmatamento, cortes de talude e posteriormente ocupação com sem planejamento com moradias mal dimensionadas (favelas). Dessa forma, de acordo com o autor, várias porções da cidade

passaram a constituir áreas de risco geológico, sujeitas a escorregamentos, por apresentar uma série de depósitos e feições tecnogênicas, ocasionando erosão, cortes, aterros e disposição de resíduos, potencializando os efeitos de escorregamento de massa.

Peloggia (1998) resume as características dos depósitos tecnogênicos remobilizados, da região das encostas que oferecem risco geológico da cidade de São Paulo:

Portanto, e em síntese, é via de regra marcante a heterogeneidade composicional e granulométrica das coberturas remobilizadas, em função dos tipos de solos que a deram origem (em geral provenientes da própria encosta ou de movimentações de terra nas proximidades ou não) e da quantidade e tipo de entulhos, artefatos e mesmo lixo presentes. Tal heterogeneidade dos depósitos leva à expectativa de que as propriedades geotécnicas sejam bastante variáveis de um local a outro e mesmo em um só depósito, não permitindo, portanto, a tentativa de definição laboratorial de dados quantitativos representativos. No entanto, entre as características comuns observadas, condicionadas pela gênese particular, são destacáveis: a compactidade e consistência (dependendo da granulometria predominante na matriz) em geral fofa e muito mole a mole (valores do SPT – Standart Penetration Test – entre 0 e 4) predominantemente, ou eventualmente média (SPT da ordem de 6 a 9) a maiores profundidades (da ordem de 4 a 7 metros); as elevadas macroporosidade e permeabilidade. Na maior parte dos casos é nítido o contraste geomecânico com o substrato (solo superficial ou solo saprolítico frequentemente) menos permeável, possibilitando a percolação preferencial da água de infiltração ao longo do contato das camadas, ou mesmo a criação de um nível de

água transitório (temporário) restrito à camada superficial (PELOGGIA, 1998. pag.78-79).

Entre os depósitos mencionados, como exemplo nesta classificação, e que possuem presença em vários municípios, o autor menciona os aterros urbanos e os aterros sanitário e “lixões”. Em síntese, as instabilidades relatadas em aterros urbanos permitem a definição de algumas características gerais, quais sejam:

(1) a alta mobilidade da massa escorregada; 2) o mecanismo de instabilização via de regra associado à geração de pressões neutras no maciço (lençol d’água empoleirado); 3) a independência da ruptura em relação à ocorrência de chuvas; 4) o alto potencial destrutivo dos escorregamentos, frequentemente sob a forma de “corridas” (PELOGGIA, 1998, pag.132).

Portanto, um condicionante forte da instabilização deste tipo de depósito é o acúmulo de água em seu interior, conforme menciona Peloggia (1998), ao citar um Manual Geotécnico da Prefeitura Paulistana (PMSP, 1992).

A criação de pressões neutras provocadas por infiltrações de águas das chuvas e servidas, vazamento de tubulações enterradas e da própria água advinda do terreno no qual ocorreu a deposição, por meio de saturação e surgências d’água. Quanto aos aterros sanitários e “lixões”, estes possuem particular potencial de risco à população, conforme mencionado por PELOGGIA op. cit., (pag.133).

Conforme Fanning e Fanning (1989), os “solos criados pelo homem” que provavelmente causarão os maiores problemas no

futuro são aqueles em que os detritos orgânicos são soterrados. Depósitos onde materiais de lixo (material “gárbico”) são enterrados e podem dar lugar: a) a subsidências das superfícies dos terrenos; b) a riscos de explosões em função da geração de metano e outros gases naturais em condições anaeróbicas; c) à contaminação das águas subterrâneas com substâncias químicas. Como puderam ser observados, os depósitos tecnogênicos apresentam grande variedade de formações, com presença de camadas constituintes determinadas pelo material componente e pelo processo de deposição.

Problemas como este citado, foram os propulsores responsáveis pelo desmoronamento do Morro do Bumba em Niterói RJ. Este morro, foi um aterro antigo, com variados depósitos tecnogênicos, com entulhos, lixo, e outros resíduos, e num dia de chuvas intensa se deslocou ceifando 48 vidas e deixando vários desabrigados².

Conforme descrevem Chemekov (1983) e Ter-Stepanian (1988), os depósitos tecnogênicos são caracterizados por sua grande variedade e por feições diferenciadas claras, e caracterizam uma classe genética independente (como os aluviais, os vulcânicos etc.), embora possam ser traçadas analogias aos depósitos naturais. “São independentes (ou diríamos, guardam elevado grau de independência) da situação externa (rocha do substrato, posição hipsométrica, clima, tectônica), e em geral contêm artefatos diversos” (PELOGGIA, 1996, pag.61).

² globoplay.globo.com/v/8521478/

Estas considerações relacionadas acima, ajuda a corroborar a informação do quanto é difícil descrever e classificar os depósitos tecnogênicos, bem como definir os critérios técnicos de sua introdução ou modificação do meio. Peloggia op. cit.. expõe que as próprias condições de formação (movimentações e reestabilizações sucessivas de material lançado) implicam em precárias condições de estabilidade e equilíbrio, que pode levar a ruptura. Cabe destacar que o autor se preocupa com a condição de estabilidade dos depósitos, o que leva a se questionar os riscos em que a população em torno desses depósitos, pode estar.

Partindo-se desses preceitos, os depósitos tecnogênicos, podem ser considerados condicionantes de desastres ambientais em inúmeras cidades do mundo. Em função desse fato, Rogachevskaya (2006) discute como cada ambiente reage à incorporação, mobilização e afirma que a retirada desses materiais no meio urbano pode imprimir acidentes em contextos local, regional e global, segundo sua composição e extensão. Dentre os impactos ambientais, cita-se a influência de construções de grande porte com incorporação e retirada de material alheio ao ambiente local, que acaba causando subsidências, colapsos e movimentos de massa.

Zorzato e Peloggia (2000) mostram que em São Paulo, de acordo com a Secretaria de Habitação, no período de 1989 a 2001, 63% dos acidentes geológicos (escorregamentos) em encostas, envolveram depósitos tecnogênicos (1°). No que diz respeito às situações de risco quanto a escorregamentos cadastrados, 41% dos casos continham depósitos tecnogênicos (2°). Nas baixadas, 25% das situações de solapamento de margens de córregos correspondia a tais depósitos (3°).

Conforme Mirandola (2008), as situações descritas acima por Zorzato e Peloggia (2000), podem ser explicadas: a primeira é decorrente da alteração artificial do equilíbrio geomorfológico das encostas, com conseqüente geração de escorregamentos induzidos, envolvendo depósitos superficiais (como os colúvios) ou maciços saprolíticos estruturados.

No segundo caso é a criação de depósitos de baixa estabilidade geotécnica. Enquanto os colúvios e outros depósitos superficiais são os “materiais básicos para os escorregamentos” em encostas naturais de regiões tropicais; nas encostas urbanas frequentemente são coberturas tecnogênicas, referidas frequentemente como “solos antrópicos”, “lançamentos de lixo” ou, mais especificadamente, coberturas remobilizadas (PELOGGIA, 1999).

Ainda de acordo com o autor, no terceiro caso é a alteração do regime hídrico e do escoamento das águas superficiais e subterrâneas. A alteração dos níveis freáticos tem sido verificada como agente deflagrador de escorregamentos em maciços naturais e tecnogênicos, enquanto que a impermeabilização superficial das bacias intensifica o escoamento pelos talwegues e vai associar-se às áreas de risco de baixada, sujeitas a serem atingidas pelo alagamento ou pelo processo de solapamento de margens dos canais onde com frequência, os materiais erodidos também são depósitos tecnogênicos.

Riscos ambientais dos terrenos e depósitos tecnogênicos em Guarapuava

Em Guarapuava, conforme França Junior (2016) todas as formas de relevo estão sujeitas a riscos em decorrência das intervenções tecnogênicas, mas as planícies fluviais têm registrado as maiores ocorrências, tendo em vista que possuem naturalmente maior vulnerabilidade a solapamento de margens e subsidências. Sendo assim, as moradias que se situam nesses ambientes sofrem riscos de inundação, solapamento, movimentação e contaminação ambiental do local por despejos de esgotos domésticos, bem como os distintos materiais que compõem os depósitos tecnogênicos.

Mineropar (1992) já alertou a comunidade e as autoridades ao registrar que as planícies de Guarapuava funcionam como um regulador do equilíbrio hidrológico, nas situações de elevação do nível do rio pela ação das chuvas. Com o incremento de depósitos tecnogênicos de diversas composições, o material mais denso tende a movimentar-se por gravidade. Os Orgânosolos em decorrência de serem compressíveis e colapsáveis (moles), com baixos valores de coesão e baixa capacidade de suporte de carga, inviabiliza tecnicamente a execução de qualquer obra sobre os mesmos, a não ser que sejam retirados. Além disso, as planícies permanecem constantemente encharcadas com nível freático aflorante, com isso em eventos de precipitação os locais são propícios à inundação, e, caso sejam ocupadas, as obras podem sofrer processos de solapamento e umidade constante, podendo inclusive promover enfermidades.

No que tange às inundações, Gomes (2013) registrou que:

[..].conforme a cidade foi crescendo, foi sendo reduzida a mata ciliar ao longo dos córregos e ampliando-se a impermeabilização do solo, além do assoreamento do rio Cascavel e seus tributários, reduziu-se a infiltração de águas pluviais. Esse fato, associado com a morfologia das bacias, principalmente onde está a maior parte da ocupação urbana, intensifica os processos de inundação nos fundos de vale do rio Cascavel, onde estão concentrados os bairros jardim das Américas, Alto Cascavel, Cascavel, Industrial, Vila Bela e Vila Carli, com 38.810 pessoas, ou seja, 27,94% da população urbana, com predominância de baixa renda (GOMES, 2013, pag. 132).

Este registro de Gomes Op. cit. descreve que as águas de deflúvio, deslocam-se para os fundos de vale, já alterados. Antes da ocupação eram planícies de inundação, atualmente estão ocupadas e aterradas com depósitos tecnogênicos, para construção de residências e demais edificações.

Em Guarapuava, de acordo com a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil – COMPDEC, nos anos 2000 a 2014 cerca de 800 pessoas foram afetadas com alagamentos e 1.270 pessoas, com enchentes. No entanto, de acordo com o Plano de Habitação de Interesse Social de Guarapuava- PHISG (2011), essas famílias em ambientes precários deveriam ser realocadas para lotes regulares e seguros.

Outra questão que se deve levar em consideração são os cortes e os aterramentos em unidades de relevo que apresentam vertentes de declividades acentuadas, que podem proporcionar desmoronamento de encostas, bem como o rolamento de blocos.

De acordo com a MINEROPAR (1992), a ocorrência de depósitos de tálus no sopé da “Serra do Jordão” comprova essa tese, no entanto na área urbana não há registros desses casos, mas tem-se o risco relacionado à declividade, que chega em alguns pontos a 45° de inclinação. Por isso, nestes setores principalmente da passagem das subunidades de Palmas/Guarapuava para a Foz do Areia/Rib. Claro, conhecido na cidade como “Serra do Jordão” deve-se ter cuidado com os cortes de talude e aterramentos.

Em Guarapuava, em decorrência de um processo de urbanização recente, não existem tantas ocupações irregulares nas mesmas dimensões, como de São Paulo-SP, mas as explanações relacionadas servem de alerta, e podem conduzir ao desenvolvimento de conhecimento e possivelmente à criação de critérios para o reordenamento urbano.

Cemitérios como risco ambiental

No que tange as pesquisas relacionadas a cemitérios como depósitos tecnogênicos, estes não aparecem em bibliografias, desta forma a fim de contribuir com as pesquisas do Tecnógeno, bem como trazer para discussão acadêmica, propõe-se nesta pesquisa a inclusão deste ambiente aos depósitos tecnogênicos arqueológicos.

Sabe-se que os cemitérios, são construídos com a finalidade de constituírem um local para sepultar os habitantes que venham a falecer. Sendo assim, o ambiente tem um fim social, ambiental e religioso. Todos os cemitérios possuem uma localização e características geográficas próprias: tipos de solos; clima;

condição topográfica; profundidade do lençol freático etc. o que pode inviabilizar sua permanência ou não.

A construção dos cemitérios atualmente é definida por critérios técnicos, sendo necessário o desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), e relatório de impacto ambiental (RIMA) de acordo com a resolução nº 335 de 28 de maio de 2003 que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios horizontais e verticais no Brasil. Ou seja, os cemitérios construídos anterior ao decreto, continuam a funcionar, sem critérios técnicos adequados.

Os cemitérios são ambientes alterados com alto grau de modificação do ambiente, pois primariamente faz-se um corte no terreno, posteriormente este é preenchido com o concreto, solos e posteriormente o caixão, ou até mesmo sem este preparo.

De acordo com Silva e Malagutti Filho (2009) os corpos, mesmo em caixões podem sofrer, sob certas condições ambientais, fenômenos transformativos destrutivos, como autólise e putrefação, ou conservativos como saponificação. O ambiente de alocação do caixão com o cadáver é fonte de poluição ambiental, pois libera o necrochorume, que é um líquido viscoso, de cor castanho-acizentada, com 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis. Estes líquidos, apresentam grau de patogenicidade, por causa da presença de vírus, bactérias, e outros agentes causadores de doenças.

Além do necrochorume, ainda há a presença de metais pesados, provenientes de adereços dos caixões, formaldeído e metanol, utilizados na embalsamação de corpos, e/ou que

necessitaram passar por quimioterapia. Os compostos orgânicos degradáveis liberados no processo de decomposição estimulam a atividade microbiana no solo, que também aumentam o teor de compostos de nitrogênio, fósforo e de sais minerais, que leva um aumento da condutividade elétrica e o índice de acidez (SILVA E MALAGUTTI FILHO, 2009).

Os impactos causados pelos cemitérios são irreversíveis no tempo humano, a atividade se desenvolvida em áreas impróprias, pode causar muitos danos ao meio ambiente tais como: contaminação dos solos; lençol freático e risco de patogênicos.

Sendo assim os depósitos tecnogênicos arqueológicos de cemitérios podem ser classificados utilizando a classificação integrada de Peloggia (1999). Cabe salientar que o autor argumentou que este tema, está mais ligado a Arqueologia do que a Geologia.

Quanto à forma de processo, é degradativo direto, pois tratam-se da retirada e alteração do material original, e a classificação de sua gênese é construído- pois trata-se de uma ambiente com finalidade, um propósito da sociedade; Quanto a composição: nesta descrição propõe-se algumas terminologias tais como: “Necrolíticos; Necrogênicos”; Forma de ocorrência: em células; ambientes: urbanos e peri-urbanos, e com grandes riscos de contaminação.

Em Guarapuava, alguns cemitérios estão muito próximos de ambientes de várzea e solos rasos, o que pode gerar risco de contaminação de solos e recursos hídricos. Quanto à toponímia sugere-se: “Terrenos de degradação, constituídos por depósitos tecnogênicos construídos necrogênicos organizados em células

em ambientes urbanos e peri-urbanos”. Este assunto precisa ser mais trabalhado pela ciência.

Referências

BRASIL, Leis et al. **Resolução CONAMA n. 335, de 3 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Diário Oficial.

CARVALHO, E. T. de; PRANDINI, F. L. **Áreas urbanas**. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998 (7ª reimpressão 2011). p. 487-497.

CHEMEKOV, Y. F. **Technogenic deposits**. In: Inqua Congress, II, Moscou, 1983, abstracts...v.3, p.62. 1983.

FANNING, D.J. e FANNING, M.C.B. **Soil: morphology, genesis and classification**. New York, John Wiley e Sons. 1989.

FIGUEIRA, R. M. **Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo**. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociências- USP. São Paulo, 2007. 127pag.

FRANÇA JUNIOR, Pedro. **A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR**. Tese de doutorado- FCT/UNESP. Presidente Prudente- SP. 2016.

GOMES, M.F.V.B. **Cartografias da paisagem: trajetórias socioambientais de Guarapuava**. Editora Unicentro. Guarapuava, 2013.

MINEROPAR – FAMEPAR - Prefeitura Municipal de Guarapuava. Geologia do planejamento – Plano Diretor de desenvolvimento urbano de Guarapuava. Prefeitura Municipal de Guarapuava, 1992.

MIRANDOLA, F. A. **Carta de risco de escorregamento em ambiente tecnogênico: o caso da favela Real Parque, São Paulo-SP.** Dissertação de Mestrado do Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT. São Paulo, 2008. 217p.

PELOGGIA, A. U. G. **Delineação e aprofundamento temático da geologia do Tecnógeno do município de São Paulo: as consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana.** 1996, 162f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo.** São Paulo, 1998: Xamã.

PLHIS- **Plano Local de habitação de Interesse Social de Guarapuava.** Guarapuava-PR, 2011.

ROGACHEVSKAYA, L. **Impacts of Technogenic Disasters on Ecological Process.** In: Geology and Ecosystems. Igor S. Zektser (org.) New York: Springer, 2006. P. 161-169.

SILVA, RW da C.; MALAGUTTI FILHO, Walter. **Cemitérios: fontes potenciais de contaminação.** Ciência Hoje, v. 44, n. 263, p. 24-29, 2009.

_____. **O emprego de métodos geofísicos na fase de investigação confirmatória em cemitérios contaminados.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 3, p. 327-336, 2009.

TER-STEPANIAN, G. **Beginning of the Technogene**. Bulletin of the International Association of Engineering Geology-Bulletin de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur, v. 38, n. 1, p. 133-142, 1988.

ZORZATO, D. PELOGGIA, A.U.G. **Análise do risco geológico urbano no município de São Paulo na década de 1990**. In: Secretaria da habitação e desenvolvimento urbano- Superintendência de habitação popular. **Estudos de geotécnica e geologia urbana (II): manual técnico V**. São Paulo: HABI/SEHAB, 2000.

UNIDADE 2:

**CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÕES
GEOAMBIENTAIS DE
AMBIENTES ALTERADOS**

Características geoambientais do ambiente urbano de Guarapuava-PR

*Pedro França Junior
Eliza do Belém Tratz*

Conforme Suertegaray e Nunes (2001), o ritmo das temporalidades da natureza - morfogênese (climática, geológica, geomorfológica, pedológica, vegetacional, hidrológica) - está vinculado ao tempo longo, ao tempo que escoia em que a natureza é estudada, dissociada das ações efetuadas pela sociedade. A morfogênese privilegia o tempo longo (geológico), em que os geomorfólogos buscam compreender a interpretação genética do relevo, a origem das formas, estudando com mais detalhes, o tempo que escoia que é linear e de sucessão.

Sendo assim, este capítulo tem como objetivo apresentar as características de uma natureza intocada, descrita, segundo Ab' Saber (2006), como uma herança das processualidades naturais, desenvolvidas no tempo geológico (tempo que escoia). Elas são uma evolução integrada complexa, de evolução ora lenta, ora rápida e desfigurante, participando de sua constituição uma ossatura rochosa básica, uma roupagem de produtos do intemperismo e solos, determinadas coberturas vegetais, e uma fisiologia específica, relacionada com a dinâmica climática e ecológica.

As características geográficas de uma natureza intocada ajudam no entendimento das dinâmicas naturais, nas processualidades que comandam a evolução da paisagem. Os terrenos e depósitos tecnogênicos verificados nesse geossistema,

só podem ser reproduzidos aqui, nessa condição ambiental, a partir desses fatores geográficos intrínsecos a este lugar e das dinâmicas ambientais aqui desenvolvidas. A seguir serão descritos os principais aspectos da natureza do ambiente urbano de Guarapuava, centro sul do estado do Paraná.

Aspectos Geológicos do substrato rochoso

Guarapuava pertence à região central e um dos setores mais elevados da Bacia Sedimentar do Paraná. De acordo com Zalan et al (1987), uma bacia intracratônica desenvolvida completamente sobre a crosta continental e preenchida por sequências sedimentares e vulcânicas, cujas idades variam entre o Siluriano - 400 milhões de anos (Era Paleozoica) - e o Cretáceo - 65 milhões de anos (Era Mesozoica).

A extensão territorial da Bacia do Paraná é de cerca de 1 x 106 km², distribuídos do Centro Sul do Brasil até o Norte do Uruguai, Nordeste da Argentina, Leste do Paraguai e Bolívia. A maior parte da Bacia do Paraná (~1.1000.000 km²) está situada em território brasileiro. (ALMEIDA, 1967; FÚLFARO e PETRI, 1983; MELFI et al, 1988). Cerca de 1,2 milhões de km² do território brasileiro são recobertos pelas sequências vulcânicas que compõem a Província Magmática do Paraná-Etendeka (PMPE), (MILANI et al, 2007).

Cabe ressaltar que as formações rochosas da Bacia do Paraná representam a superposição de pacotes em diferentes ambientes tectônicos, decorrentes da dinâmica de placas que

conduziu à evolução do Gondwana no tempo geológico (ZALAN et al, 1987).

Por esse motivo seus limites foram alterados ao tempo e sua configuração atual não retrata claramente aquilo que já foi um grande mar, diretamente conectado com o Oceano Pacífico (Era Paleozóica) o qual recobria uma extensa área do continente Gondwânico, atualmente fragmentado em várias partes (América do Sul, África, Antártida, Madagáscar, Austrália e Índia) (MILANI et al, 2007).

Zalan et al (1987) destacam que os limites atuais da bacia podem ser de natureza erosional ou tectônica (grandes arcos ou soerguimento). No primeiro caso, os sedimentos simplesmente afinam ou são suavizados por erosão, sem a atividade tectônica predominante (exemplos: nordeste da bacia, falhas de Guapiara e arco de Goiânia/alto Paranaíba; borda noroeste da bacia: cinturão de dobramentos de Paraguai/Araguaia). Já no segundo, a erosão decorrente da ação de grandes arcos de soerguimentos é a mais comum.

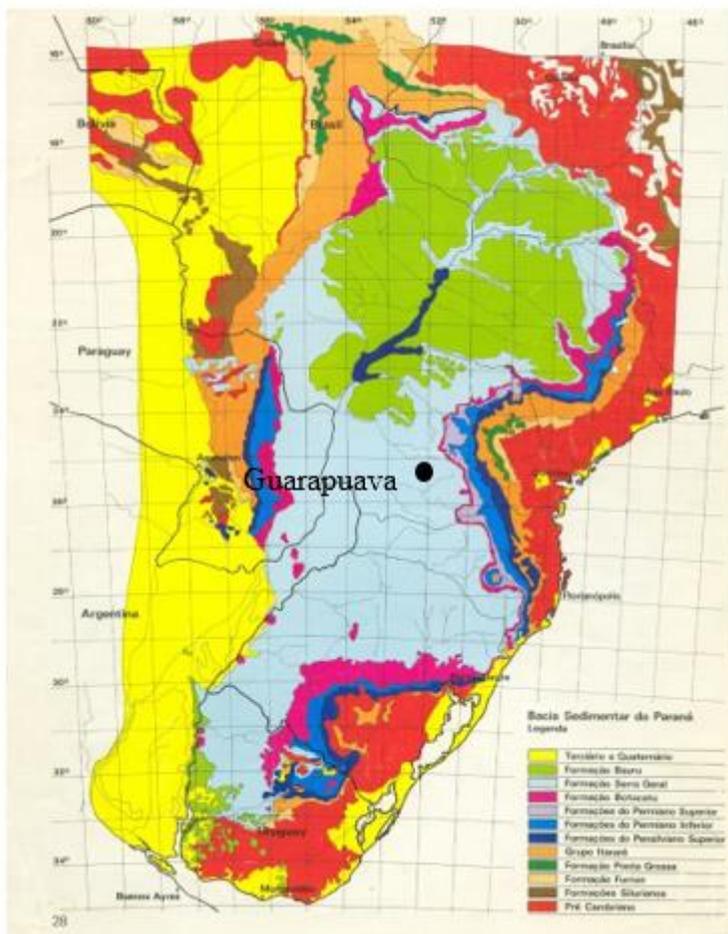
Muito do relevo de Guarapuava é herança da evolução do Arco de Ponta Grossa. Com a reestruturação tectônica da borda da Bacia do Paraná, e desenvolvimento de processos denudacionais o relevo foi escalonado em três blocos planálticos, estando Guarapuava, localizada no terceiro planalto (MAACK, 1968).

Em relação a configuração tectônica predominam os Lineamentos de direção NE-SW, associados às intrusões do Arco de Ponta Grossa e NW, os últimos correspondentes ao Lineamento Piquiri (ZALÁN et al, 1990, PAIVA FILHO, 2000).

São os lineamentos NW-SE e NE-SW os responsáveis por configurar importantes vales estruturais com padrões retilíneos de drenagem: como do Rio das Pedras, Jordão e Bananas.

Além das falhas já citadas, ocorrem falhas paralelas a W-E-N 25°W e N 45°E, as primeiras relacionadas ao alinhamento estrutural Goioxim e a segunda, ao médio Paraná (Zalán et al, 1998). Na figura 1 as formações geológicas da bacia do Paraná podem ser visualizadas e correlacionadas a dados litoestratigráficos e de evolução tectônica e deposicional.

Figura 1 - Bacia sedimentar do Paraná e principais formações geológicas.



Fonte: ZALAN *et al*, (1987)

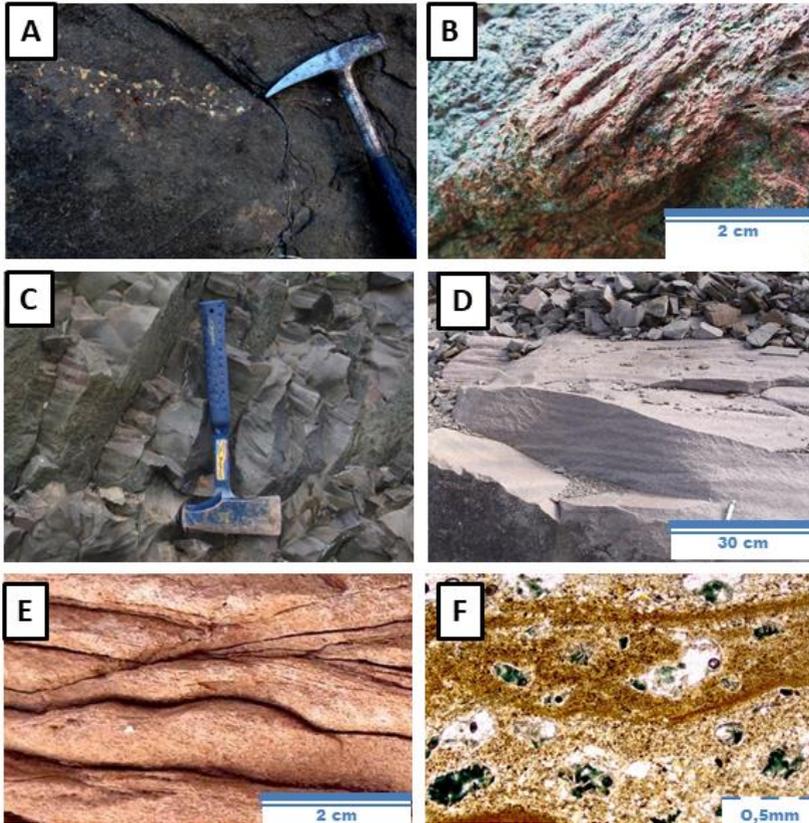
Quanto às formações geológicas da bacia sedimentar do Paraná, podem-se observar na figura 2, em que se apresenta a carta organizada da geocronologia, litoestratigrafia, sequências deposicionais, evolução tectônica e ambiente deposicional de cada formação.

As rochas encontradas em Guarapuava correspondem a derrames ácidos e básicos da Província Magmática do Paraná, referida como Serra Geral. A maior parte dos derrames têm caráter básico (~95%), cerca de 4% são ácidos, o restante corresponde a rochas de natureza intermediária (andesitos - basaltos), (NARDY, 1995)

Esses derrames foram colocados em superfície no final do Jurássico –início do Cretáceo (MELFI et al, 1988). Datações baseadas no método $40\text{Ar}/39\text{Ar}$, que visam estabelecer o tempo de duração da extrusão de todo o volume de material magmático, efetuadas por Turner (1994) apontam que o evento vulcânico responsável pela colocação dos derrames da área teve o clímax entre 139 e 129 M.a, com intervalo de ~11 M.a para extrusão (TURNER, 1994, THIEDE e VASCONCELOS, 2010). Dados de Janasi et al, (2011), sugerem curta duração do evento vulcânico e rápida sucessão pela sequência de Alto Titânio-ATi.

Os derrames encontrados em Guarapuava são diferenciáveis de acordo com a composição química, estrutura e relevo em: 1) derrames pahoehoe correspondentes quimicamente ao Tipo Esmeralda, baixo titânio sul - (BTi-S) -Figura 3 A e B; 2) derrames tabulares maciços alto titânio norte - (ATi-N), do tipo Pitanga,- Figura 11 C e 3) rochas ácidas do Tipo Chapecó, alto titânio norte - (ATi-N) –Figura 3-D - (NARDY, 1995; PAIVA FILHO, 2000; NARDY, 2008; LOPES, 2008; TRATZ, 2009, 2017).

Figura 3 -Litologias encontradas em Guarapuava



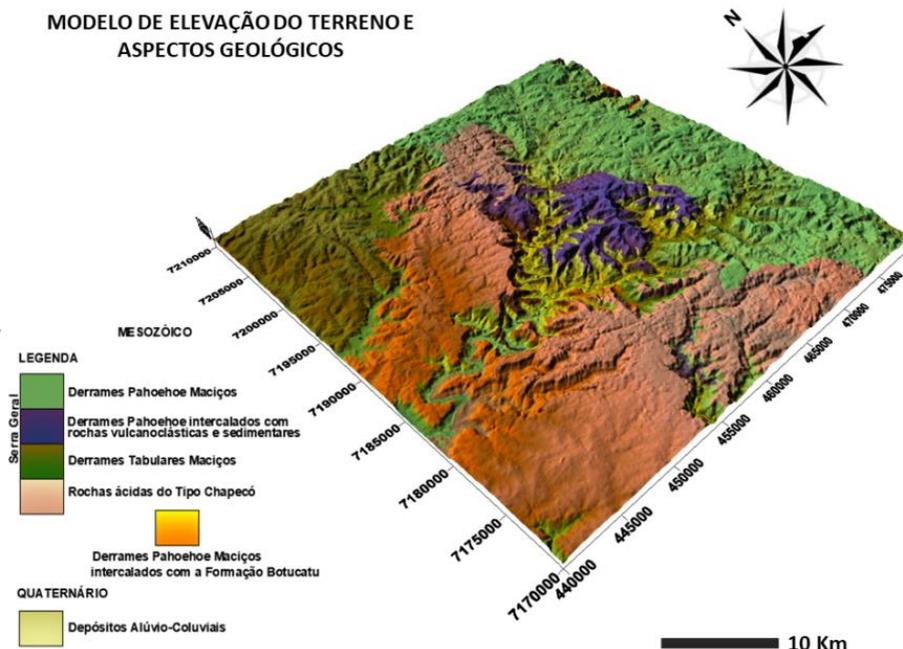
(A)-Vesicle sheet. – comum a derrames pahoehoe espessos. (B)- superfície em corda de um derrame pahoehoe; (C) estrias e sistemas de fraturas característicos aos derrames tabulares maciços; (D)- bandamentos em rochas ácidas do Tipo Chapecó; (F)- estratificação cruzada em rochas vulcanossedimentares; (G)- lâmina delgada com piroclastos presentes na matriz sedimentar dos depósitos vulcanossedimentares. Fotos: A, C, D, E -: Banco de dados da pesquisa de doutorado de Tratz (2017). Imagem B-de Tratz, 2019.

Imagem F: Fotomicrografia captadas por Tratz (2014) com auxílio de microscópio petrográfico.

Os derrames tabulares maciços do Tipo Pitanga não são classificados como pahoehoe, uma vez que não apresentam estruturação interna (zonas de crosta e núcleo) bem definidas (TRATZ, 2017). Intercalados aos derrames pahoehoe ocorrem arenitos da Formação Botucatu e fácies vulcanossedimentares (Figuras 3 E e F- TRATZ, 2017). O modelo de elevação do terreno - MDE da figura 4 mostra a disposição das unidades litológicas citadas.

MDE elaborado a partir de curvas de nível de 5 em 5 metros extraídas de imagem SRTM com resolução de 30 metros disponibilizada pelo TOPODATA/INPE. Contatos do mapa geológico sobrepostos. Organizado pela autora.

Figura 4 - MDE da área de estudo com a associação dos derrames com o relevo



MDE elaborado a partir de curvas de nível de 5 em 5 metros extraídas de imagem SRTM com resolução de 30 metros disponibilizada pelo TOPODATA/INPE. Contatos do mapa geológico sobrepostos. Fonte: Tratz,2017.

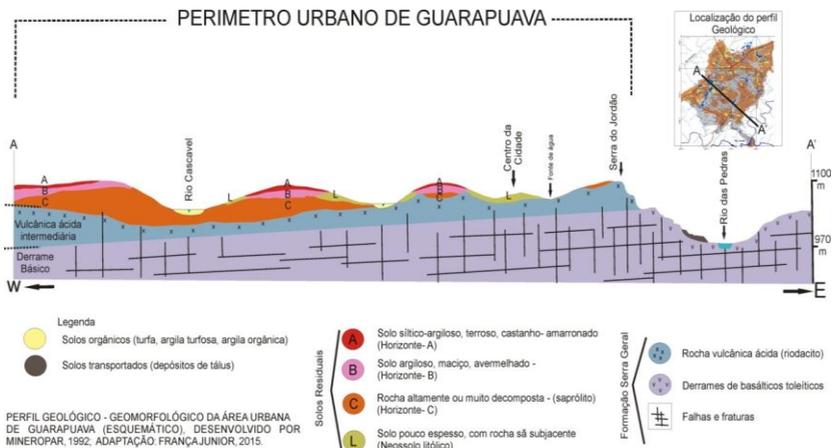
Os derrames da Formação Serra Geral atingem espessura máxima de 1.700m sobrepostos sobre os arenitos eólicos da Formação Botucatu/Piramboia. A maior parte das lavas geradas no evento tem caráter básico (~95%), seguidas de lavas ácidas (~4%), o restante corresponde a rochas de natureza intermediária

(andesitos - basaltos) [NARDY, 1995; PEATE, 1997 apud TRATZ, (2009)].

Pode-se observar, na Figura 5, um perfil esquemático, desenvolvido pela MINEROPAR op. cit. que foi readaptado para esta pesquisa. No perfil podem-se verificar a variação geológica entre as rochas ácidas e básicas, as formas topográficas e o material inconsolidado num sentido de Oeste (W) para Leste (E), incluindo também os níveis de base da área urbana de Guarapuava, rios Cascavel e Jordão.

As rochas ácidas, encontradas no município, de acordo com Tratz (2009, 2017), são do tipo Chapecó e aparecem a partir da cota 960 m, ocorrendo em áreas mais elevadas e planas, predominantemente nos platôs de, Guarapuava, Pinhão e Entre Rios. Quimicamente estas rochas correspondem a dacitos, conforme diagramas TAS (total álalis versus sílica). São classificadas como tipo Chapecó, podendo ocorrer tanto o subtipo Tamarana, quanto o subtipo Guarapuava, diferenciáveis pelos teores em P₂O₅ e pelas razões Rb/Zr (TRATZ, 2017).

Figura 5 - Perfil transversal apresentando características geomorfológicas, geológicas, pedológicas e hidrológicas da área urbana de Guarapuava



Fonte: Adaptado de MINEROPAR (1992); Org. França Junior (2016).

A espessura dos derrames ácidos varia de 25 a 270 metros, as maiores espessuras ocorrem no Platô de Pinhão e Entre Rios, localizados ao Sul da área de estudo e podem indicar zonas de alimentação vulcânica (NARDY, 1995).

Os basaltos e andesi-basaltos correspondem quimicamente ao Tipo Esmeralda-BTi-S e estruturalmente aos derrames pahoehoe. Enquanto que, os basaltos ATi-N, do Tipo Pitanga associam-se aos basaltos tabulares maciços. Na figura 06, com informações extraídas de Nardy (1995) é possível observar as características litoquímicas e texturais das rochas presentes em Guarapuava.

Figura 6 - Litoquímica e características texturais dos litotipos -tipos referentes à PMP

UNIDADES	LITOTIPOS	TEOREM SiO ₂	TEXTURA	ÁREA DE OCORRÊNCIA	TOTAL ÁREA
Chapecó	Dacitos, Riodacitos Quartzo Latitos e Riolitos	63,24 a 66,88%	Cinza-esverdeada, quando frescas, e castanho-avermelhada, quando alteradas. Fracamente porfíricas, com fenocristais de plagioclásio, internamente fraturados, o que dá à rocha a característica glomeroporfírica, presença de quartzo e feldspato alcalino na matriz afanítica.	Norte do rio Iguçu, definindo os platôs de Guarapuava e Pinhão. Entre os rios Iguçu e Uruguai, ocorrem outros platôs, sendo os de maior expressão os de Xanxerê, Campos Novos e Chapecó.	5.406 km ² . Totalizam 3% das rochas vulcânicas da bacia do Paraná.
Básicas e Intermediárias	Basaltos toleíticos andesitos.	Basalto: 50,28 a 53,73%. Andesito: 54,83 a 59,93 %	Coloração cinza-escura à negra, granulação muito fina à média, hipocristalinos, maciços ou vesiculares.	Assentam-se sobre os arenitos eólicos da Formação Botucatu.	145.000 km ² , 96% do volume total das rochas vulcânicas da bacia do Paraná.

Fonte: Tratz, 2017.

Além das áreas dominadas pelas rochas de origem vulcânica, nos fundos de vale, associados às planícies de inundação, ocorrem também sedimentos aluvionares. Estes são compostos predominantemente por turfas e sedimentos enriquecidos, com significativa quantidade de matéria orgânica. Dessa forma, possuem coloração negra e espessuras de até 3 m, ocorrendo principalmente na planície do rio Cascavel. Sua ocorrência é restrita às áreas de inundação, em depósitos assentados diretamente sobre o substrato rochoso (MINEROPAR, 1992).

As turfeiras, com características argilosas, possuem reação química altamente ácida, baixa saturação de bases e alta saturação com alumínio trocável (caráter álico), alta capacidade de troca catiônica, além de uma série de propriedades, todas elas relacionadas com a má drenagem, uma vez que são solos desenvolvidos em condições de permanente encharcamento, com lençol freático próximo ou na superfície durante grande parte do ano - Figura 8 (MINEROPAR, 1992).

Pode-se ainda considerar que esses materiais são formados por processos recentes (Pleistoceno/Holoceno) e, por meio de suas características físico-químicas, preservam evidências dos paleoambientes. De acordo com Silva (2013), que desenvolveu uma pesquisa numa turfeira do distrito de Guará a 20 km de Guarapuava, a turfeira que pesquisou possui 15.648 anos AP na base, e registrou várias evidências paleoclimáticas de variação vegetacional na passagem do Pleistoceno para o Holoceno.

Figura 7 - Área de turfeira na planície de inundação do rio Cascavel, recoberta por vegetação formada por gramíneas e ciperáceas



Fonte: MINEROPAR, 1992

Figura 8 - Substrato rochoso do ambiente urbano de Guarapuava



Organização: FRANÇA JUNIOR, 2016

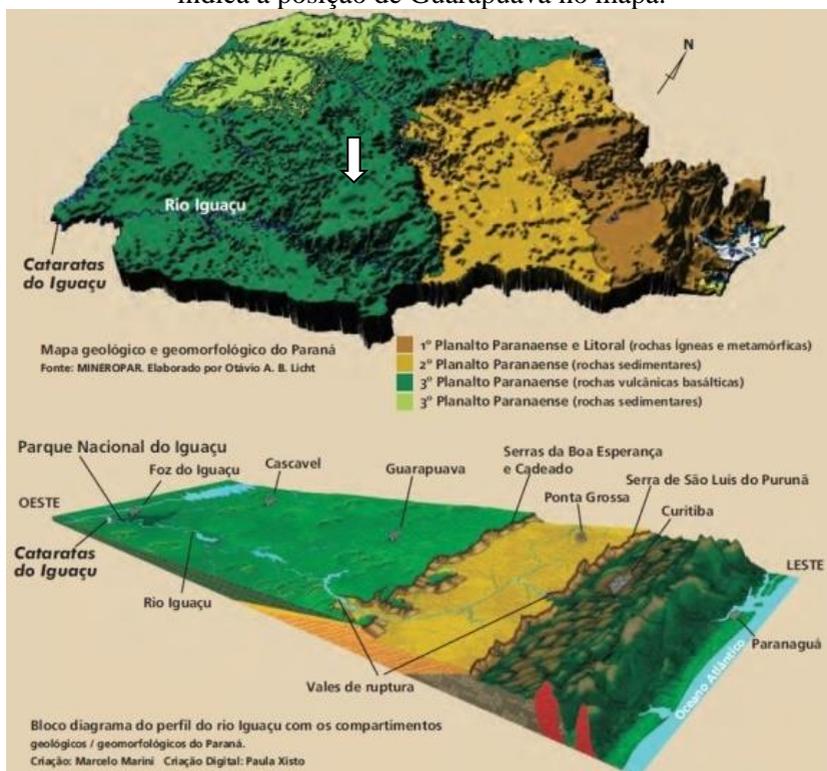
No município de Guarapuava, é comum encontrar ambientes de turfa, mas que no atual momento, principalmente na área urbana, estão sendo recobertos por materiais alóctones, principalmente de origem antrópica, os chamados depósitos tecnogênicos.

A figura 8 (pag. 70) apresenta-se o mapa do substrato rochoso do ambiente urbano de Guarapuava, neste pode-se observar os principais litotipos, os lineamentos, a drenagem, as quadras da área urbana de Guarapuava juntamente com as rodovias e algumas imagens das rochas e sedimentos que compreendem o local.

Aspectos do relevo

Quanto à localização, o município de Guarapuava está inserido nos domínios da morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, no domínio morfoescultural do Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 1968), ou Planalto de Guarapuava, limitado a leste pela Serra Geral ou da Esperança (Figura 9).

Figura 9 - Bloco diagrama do perfil do rio Iguçu com os compartimentos geológico-geomorfológicos do Paraná. Seta branca, indica a posição de Guarapuava no mapa.



Fonte: Adaptação de Marcelo Marini e Paula Xisto. UFPR, 2012

O Terceiro Planalto Paranaense foi descrito e nominado por Maack (1968), no entanto Santos et al (2006) desenvolveram uma pesquisa utilizando mecanismos de geotecnologias e fundamentos a partir dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, com bases nos trabalhos de classificação e taxonomia do relevo de Ross (1992) e Ross e Moroz (1996). No final da pesquisa, os autores produziram, com a MINEROPAR (2006), um atlas com novas classificações sobre o relevo do Paraná.

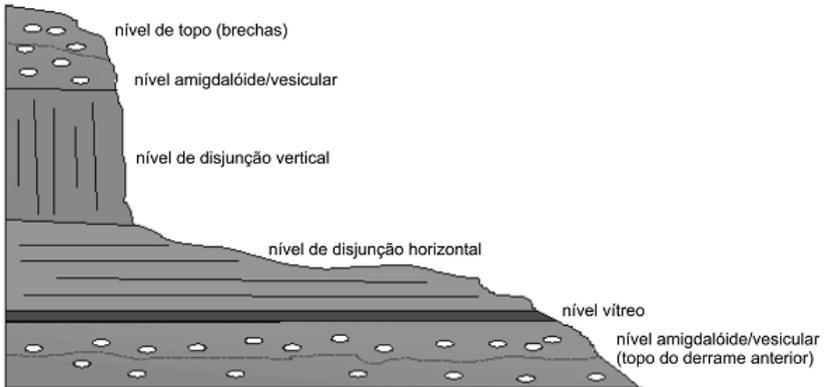
Essa variação de sub-planaltos está condicionada à variação litológica da formação da Serra Geral entre rochas ácidas-básicas e suas respectivas variações estruturais descritas no subitem anterior.

Corroboram essas informações Bigarella et al, (1994), ao salientar que as características geomorfológicas da área estão subordinadas às estruturas de derrames vulcânicos de fissura continental, onde as camadas de basalto deram lugar a plataformas estruturais que regulam a progressão da erosão. Os derrames tabulares são seccionados por falhamentos regionais com evidências de movimentos verticais de blocos.

As rochas vulcânicas ácidas dessa região (nível de topo) costumam ocupar regiões de relevo plano a levemente ondulado, com drenagens pouco encaixadas, vales abertos e horizontes largos. Os processos erosivos são menos intensos nos platôs, uma vez que as rochas que os sustentam são mais ricas em SiO₂, (Dióxido de silício) por isso mais resistentes a processos erosivos, sobretudo quando comparadas às rochas básicas, ricas em Fe. Nas bordas do platô, há rupturas de declive em forma de patamar, por falhamentos, apresentando relevo dissecado (vale do rio Jordão).

Em campo é possível observar a variação do relevo pela diferença entre os termos ácidos e básicos (TRATZ, 2009, 2017).

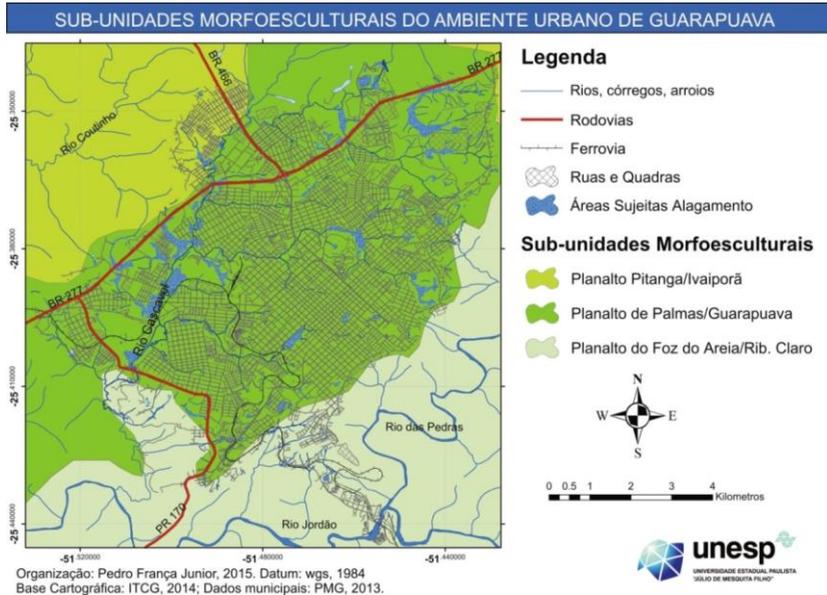
Figura 10 Estrutura primária de derrames na Formação Serra Geral, zonas e níveis correspondentes



Fonte: Nanni, (2008)

Conforme a visualização do mapa (fig. 11), o quadrante do ambiente urbano encontra-se nas sub-unidades morfoesculturais: Pitanga/Ivaiporã; Foz do Areia/Ribeirão Claro e de Palmas/Guarapuava conforme pesquisa de Santos et al (2006).

Figura 11 Sub-unidades morfoesculturais do ambiente urbano de Guarapuava



Organização: FRANÇA JUNIOR, 2016

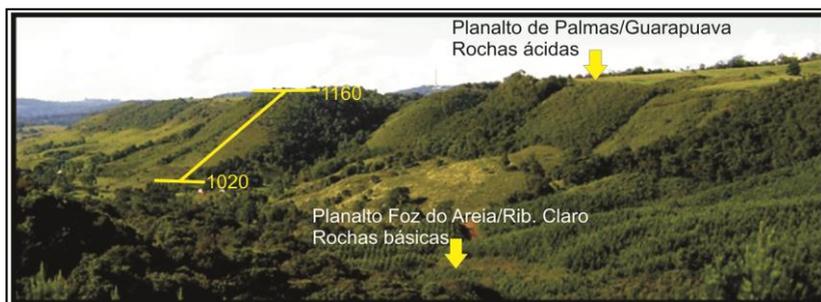
De acordo com Tratz (2009), esses altos topográficos são reconhecidos, na literatura, associados às rochas ácidas do tipo Chapecó, entretanto, apenas os platôs de Pinhão e Entre Rios (segundo MINEROPAR, 2006, denominados de Planaltos de Palmas-Guarapuava) são sustentados por rochas dessa natureza, o que mostra também uma estimativa entre área e espessura média dos derrames específicos a cada platô .

Resumidamente MINEROPAR (1992) descreve o relevo da área urbana de Guarapuava como uma superfície

topograficamente suave, com inclinação geral para o oeste. O relevo é caracterizado por colinas baixas, com grande amplitude e normalmente com topos aplainados. As vertentes em geral são convexas e terminam em planícies aluviais de fundo de vale. As altitudes variam aproximadamente de 1.010m, no nível de base do rio Cascavel, até cerca de 1.125 m, nos pontos mais elevados da Serra do Jordão.

Ao se observar o relevo, verificam-se essas variações altimétricas que ocorrem em Guarapuava e no entorno de sua área urbana. A figura 12 mostra claramente o platô e a variação de relevo gerando quebra abrupta e declividades acentuadas, denominada popularmente de Serra do Jordão.

Figura 12 - Ilustração demonstrando áreas mais elevadas e planas, onde está localizado o platô de Guarapuava, sustentado pelas rochas ácidas do tipo Chapecó. Nas partes baixas, rochas básicas com nível de erosão diferencial arrasada



Fonte: França Junior (2016) Adaptado de Tratz (2009)

Figura 13 -Organograma apresentando características litológicas e geomorfológicas do município de Guarapuava.

ASPECTOS LITOLÓGICOS E DE RELEVO DE GUARAPUAVA-PR

Rochas Ácidas do Tipo Chapecó -Ati-N

- Associam-se a extensos platôs: Morfologia de Platô. Nestas áreas, predominam declividades próximas a 3%. Há baixa densidade de elementos geomorfológicos e de falhas e fraturas. Declividades maiores somente são observadas nos vales e zonas de contato com os derrames tabulares maciços -(NW) *pahoehoe* -(NE-SW.).

Derrames Tabulares Maciços do Tipo Pitanga - Ati-N

- Conformam relevos de encostas suaves com topos suavemente ondulados e vertentes levemente convexas. Prevaecem declividades de 3 a 8% . Nas áreas mais dissecadas, com maior influência tectônica a declividade se aproxima de 20%. Assim como nas unidades ácidas apresentam baixa densidade de elementos geomorfológicos.

Derrames *Pahoehoe* -Bti-S

- Relacionam-se aos relevos mais dissecados da área. A declividade varia e pode chegar a 45% nas bordas de patamares e *cuestras*. Os topos tabulares associam-se aos derrames maciços espessos da primeira sequência vulcânica. A última sequência de derrames é bem menos espessa e correlaciona-se também aos derrames compostos. Nestas áreas os topos são convexas e há maior variedade de elementos texturais de relevo. Os tubos de lava, cavidades encontrados na região central da PMP associam-se a esses derrames.

Depósitos Vulcanossedimentares

- Intercalam-se aos derrames *pahoehoe* da última sequência e incluem: a) arenitos finos e siltitos com estratificação plano-paralela e cruzada pouco desenvolvida sem e com contribuição vulcânica na matriz (pequenos piroclastos). 2) peperitos; e, em menor proporção 3) hialoclastitos. Estes depósitos são típicos de ambientes lacustres e ocorrem no interior de estruturas circulares relativamente negativas descritas por Tratz (2017) como paleovulcões em escudo.

Fonte: TRATZ, 2009

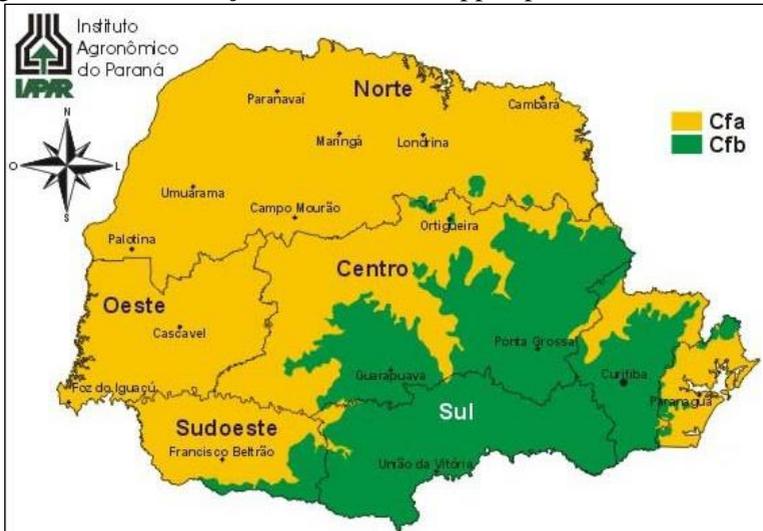
Aspectos climáticos

Na região de Guarapuava, o clima é influenciado significativamente pela sua posição geográfica e altitude, sendo a

área de atuação dos sistemas extratropicais que condiciona climas subtropicais. Com isso, há o domínio da zona extratropical, favorável a temperaturas com caráter mesotérmico (médias anuais entre 16 e 20°C), com verões amenizados pelas altitudes e invernos frios. A região Sul do Brasil, onde está localizado o município de Guarapuava, de maneira genérica apresenta regimes pluviométricos abundantes que, bem distribuídos ao longo do ano, não aparentam períodos secos (MONTEIRO, 1963).

De acordo com o IAPAR, a classificação climática de Köppen para o estado do Paraná (fig. 14), o clima de Guarapuava é do tipo Cfb – Clima temperado propriamente dito, apresentando clima temperado, chuvoso e verões moderadamente quentes (AYOADE, 1998).

Figura 14 - Classificação climática de Köppen para o estado do Paraná

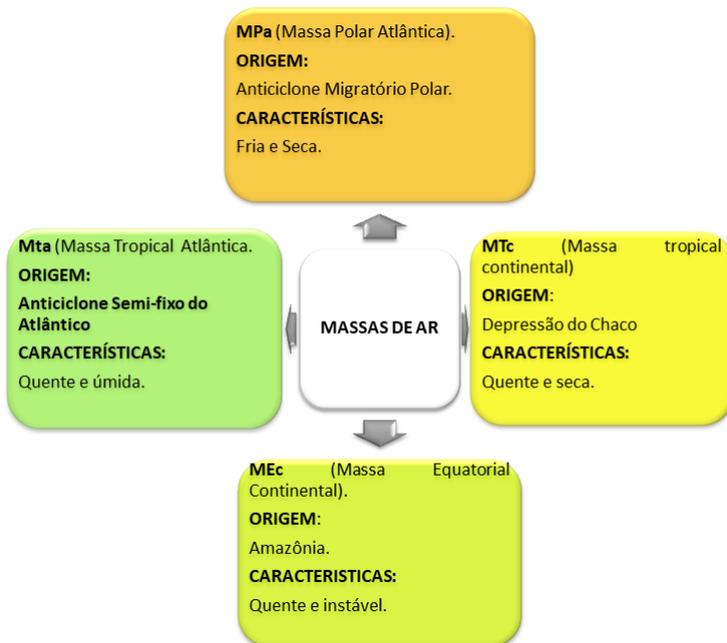


Fonte: IAPAR, 2014

Sistemas atmosféricos atuantes no Sul e nas estações em Guarapuava

Assim como nas outras regiões do Sul do país o clima de Guarapuava é determinado principalmente por quatro sistemas atmosféricos descritos na figura 15. É a dinâmica destes sistemas atmosféricos que caracteriza a Região Sul do Brasil como subtropical (MENDONÇA, 1997).

Figura 15 -Organograma 01:Massas de ar atuantes na Região Sul do Brasil.



Fonte: Adaptado de MENDONÇA (1997) e LIMA; TEIXEIRA (2005).

Inverno: Cavalcanti et al (2009) explica que as frentes frias, atreladas a (MPa) são comuns à região Sul do país no inverno, é neste período que os sistemas frontais ocorrem com mais frequência, sobretudo no mês de Julho. Na região de Guarapuava as frentes frias são intensificadas nos períodos de La Niña como explica Grimm (2009 A).

Pezzi; et al (2009) explica que na área que compreende o Sul do País e Uruguai o número de frente frias variou de 60 a 70 por ano, em grande parte do período com valor máximo de 80 a 84 e mínimo de 51 em 2001. Destaca-se que entre as latitudes entre 20°S e 40°S foram maior durante os anos de El Niño, diferente das outras áreas em que a ocorrência maior de frentes frias ocorreu relacionada a La Niña.

Verão: A MPa recua e a MTa afasta-se do continente, sendo assim, predomina nesta estação a ação da MTc e MEc . (THOMAZ; VESTENA 2003). Nesta estação ocorre o aumento da temperatura e da precipitação. Importante ressaltar que a variação na amplitude térmica (maior na região sul), deve-se a maior diferença entre a radiação solar no verão e no inverno (MENDONÇA 1997; GRIMM 2009 A).

Primavera: Segundo Thomaz e Vestena (2003) a estação caracteriza-se como um período de transição em que a MPa perde força enquanto que as MTa e MEa avançam com maior frequência sobre a região, provocando aumento na pluviosidade e relativo aumento na temperatura como afirma Grimm (2009 A).

Outono: Assim como a primavera é um período de transição. Nesta época do ano, ocorre o declínio gradual da temperatura, provocado pela entrada das primeiras frentes frias

relacionadas à MPa. As massas MTc, MEa e MTa características ao verão enfraquecem gradativamente. (MENDONÇA 1997; THOMAZ; VESTENA 2003).

Grimm (2009 A) também chama a atenção para influências climáticas provocadas pela posição e intensidade na Alta Subtropical do Atlântico Sul. No verão, a Alta se desloca para Sudeste por isso, tem pouca penetração no continente. Enquanto, que, no inverno o deslocamento ocorre para Noroeste ocasionando maior pressão na superfície sobre o continente com a penetração de ventos de Leste até a região central do país.

Como consequência há produção de vento médio na superfície de Leste/Nordeste de intensidade fraca, associado à divergência de ar a partir do centro de alta pressão (GRIMM, 2009 A).

A circulação provocada por esse sistema também é de baixa pressão (Baixa do Chaco) mais intensa no verão. Esse sistema atua principalmente na distribuição da umidade e advecção da temperatura, “podendo ser intensificado quando há episódios de Jatos de Baixos Níveis”(GRIMM, 2009 A, p. 265)”.

Marengo et al., (2009) explica que os Jatos de Baixos Níveis (JBNS) localizam-se nas camadas mais baixas da atmosfera, até 3kms de altitude e funcionam como um componente dos sistemas de monção da América do Sul, influenciando deste modo no transporte da umidade atmosférica gerada pelo fluxo dos ventos alísios que passam sobre a região Amazônica. Quando estes ventos alcançam a cordilheira dos Andes são bloqueados pelas condições topográficas

paralelamente entre a direção ao Sul e Sudeste do Brasil e Norte da Argentina.

[...] “Existe uma relação direta entre os ventos que sopram da Amazônia para o sul, no Leste dos Andes, e as chuvas que caem na Bacia do Prata em razão das JBNAS, que transporta umidade e aerossóis das queimadas da Amazônia para as regiões subtropicais da América do Sul” (MARENGO et al., 2009,p.180)[...].

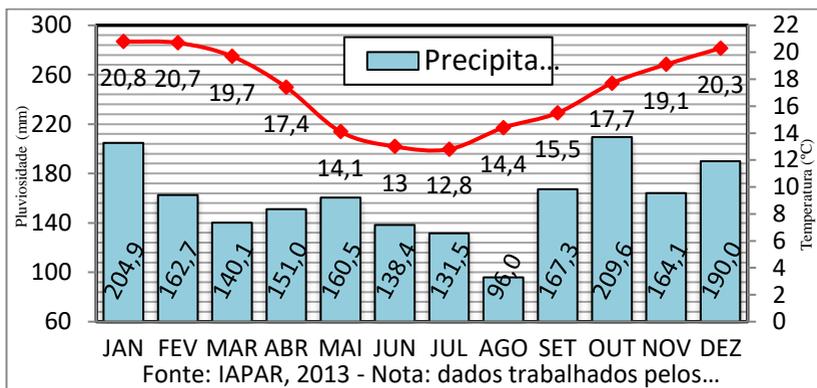
Temperaturas

A temperatura média no mês mais frio fica abaixo de 18°C (mesotérmico), apresenta também verões frescos e temperaturas médias, no mês mais quente, abaixo de 22° C, sem estação seca. Estudo local sobre o clima, realizado por Thomaz e Vestena (2003), com base na análise da série histórica de 1976 a 2000 dos dados meteorológicos da Estação Agrometeorologia de Guarapuava, definiu o clima de Guarapuava como:

[...] subtropical mesotérmico – úmido, sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado. A pluviosidade mostra-se bem distribuída ao longo do ano, com precipitações médias mensais acima de 100 mm; a média anual fica em torno de 1961 mm, apresentando variações extremas consideráveis, destaca-se o ano de 1985 (mínima) e 1983 (máxima), com 1262 mm e 3168 mm, respectivamente. Os menos chuvosos são agosto e julho. A temperatura média anual varia de 16 a 17,5°C, com média anual de 17°C; os meses mais frios são junho e julho, enquanto janeiro e fevereiro são os mais quentes (THOMAZ e VESTENA, 2003 p. 29).

Na Figura 16 têm-se a temperatura e a precipitação média mensal de Guarapuava, do período de 1976 a 2012, com base nos dados da Estação Agrometeorológica do SIMEPAR. No período a média anual da temperatura e a pluviosidade foram de 17,1°C e 1.916,1 mm, respectivamente.

Figura 16 - Climatograma de Guarapuava (1976 – 2012)



Fonte: DIAS-OLIVEIRA (2013)

Cabe ressaltar que nos meses com maiores precipitações (outubro a janeiro) tem se tornado comum a ocorrência de alagamentos e inundações em Guarapuava. Os significativos volumes de chuvas principalmente nos meses de verão têm, cada vez mais, causados problemas à população em decorrência da impermeabilização, canalização e compactação do solo na área urbana (DIAS- OLIVEIRA, 2013).

Aspectos dos Solos

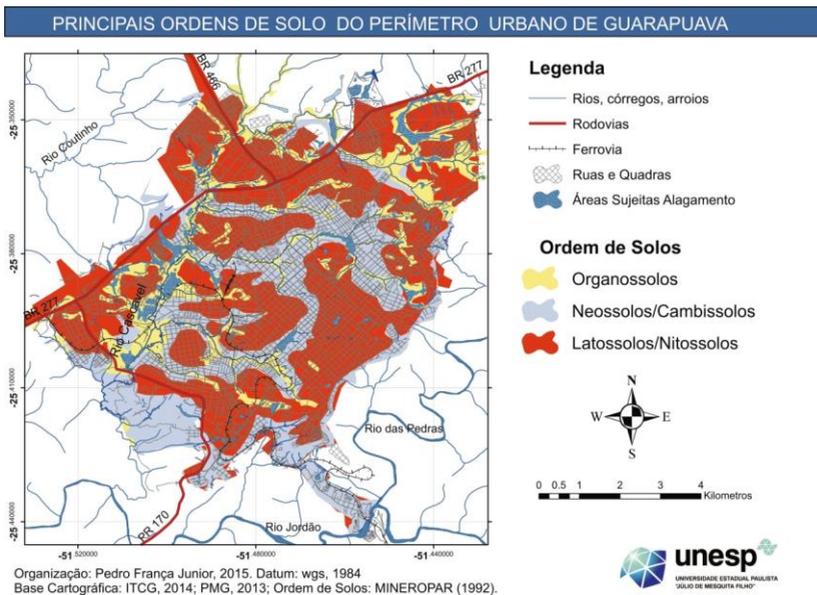
A área urbana de Guarapuava, em decorrência de sua variação geomorfológica, apresenta conforme MINEROPAR (1992), de forma geral três tipos de solos: Orgânicos; Latossolos brunos e Litossolos. No entanto na nova nomenclatura da EMBRAPA correspondem aos Orgânossolos; associação Latossolos/Nitossolos vermelhos e brunos, e Neossolos Litólicos (Fig.17)³.

Latossolos bruno

Conforme MINEROPAR op. cit., esses solos sofrem o fenômeno da laterização com enriquecimento de óxidos de ferro e alumínio na fração argilosa. São constituídos de material mineral e apresenta horizonte A em profundidade de 0 a 20 cm e B latossólico dentro de 200 cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A. São solos em avançado estágio de intemperização, virtualmente destituídos de minerais primários, muito evoluídos, profundos e com estrutura bem desenvolvida. Na cidade de Guarapuava, estão distribuídos nos topos das colinas e nas vertentes mais suaves.

³ Pelos poucos mapeamentos em escala de detalhe, adotaram-se as bases da MINEROPAR (1992) que correspondem apenas ao perímetro urbano, não se estendendo ao restante do quadrante pesquisado.

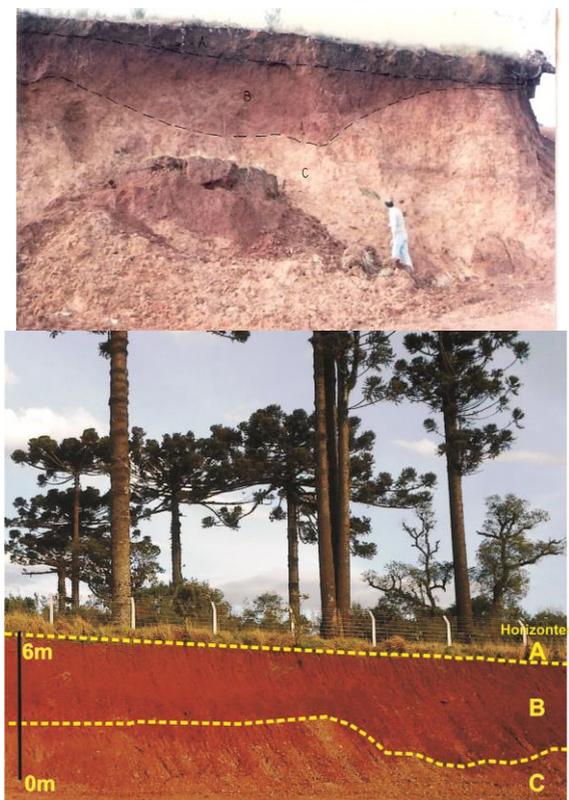
Figura 17 - Principais grupos de solos da área urbana de Guarapuava.



Org. França Junior, 2016.

Os Latossolos geralmente são porosos, onde os altos teores de óxidos de Fe e Al são responsáveis pela estrutura instável do material, derivada de uma cimentação precária interpartículas. Dessa maneira tais solos, quando submetidos à determinada solicitação de carga, em condições de saturação elevada (infiltração de água da chuva, rompimento de condutores d'água ou esgotos), podem apresentar uma repentina variação de volume, conseqüente da expulsão de água e redução de índice de vazios. Por essa razão, fundações diretas, construídas sobre os mesmos, podem dar recalques consideráveis nessas condições MINEROPAR (1992) (fig. 18).

Figura 18 -Exposição de seqüência de horizonte A, B e C, em área de Latossolos Brunos. Observar o solapamento de material ao longo do talude; Latossolo vermelho bem desenvolvido, à margem da rodovia BR 277, próximo ao Jardim das Américas e aeroporto em Guarapuava.

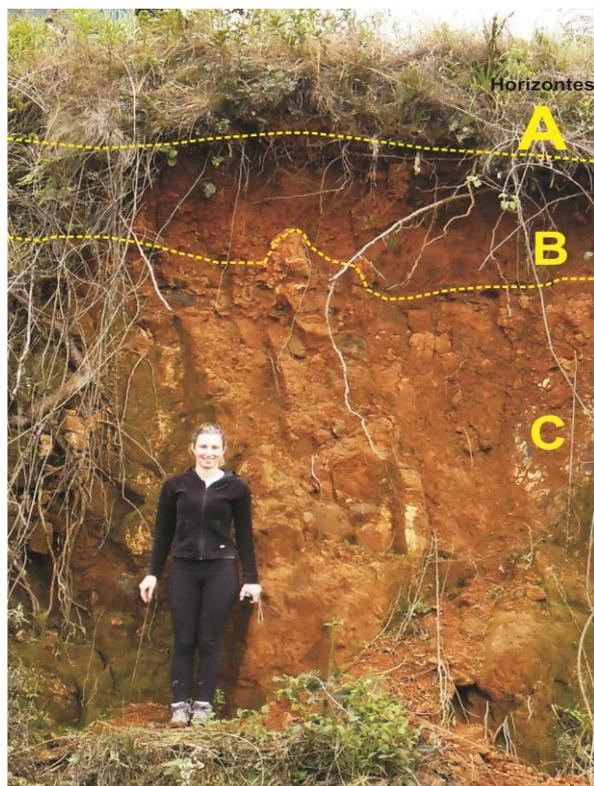


Fonte: MINEROPAR (1992) e França Junior (2016)

Neossolos Litólicos

Os Neossolos Litólicos são os solos menos desenvolvidos, com horizonte B insipiente, com pouca expressão de processos pedogenéticos. O contato lítico ocorre a menos de 50 cm da superfície, por isso possuem restrições de uso agrícola, em função de pedregosidade e, no caso urbano, geralmente, encontra-se em áreas de encostas, com declividade superior a 20%. Na área urbana de Guarapuava, esses solos encontram-se, principalmente, nas vertentes mais dissecadas dos fundos de vale dos rios e nas áreas de maior declive, nos limites com a bacia dos rios das Pedras e Jordão (Fig.16).

Figura 19 - Neossolos Litólicos próximos ao morro das antenas da RPC, na Av. 15 de Novembro, bairro Morro Alto, área urbana de Guarapuava⁴



Fonte: França Junior, (2016)

⁴ Esta figura representa um perfil de alteração de um possível Neossolo com horizonte B insipiente, próximo do horizonte C. Para determinação, do tipo de solo, são necessárias análises técnicas mais apuradas. Foto autorizada para publicação pela pesquisadora Eliza Tratz em 2015.

Orgânossolos

MINEROPAR (1992) descreve que os Orgânossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por matéria orgânica, proveniente do acúmulo de restos vegetais com grau variável de decomposição, em ambientes mal drenados ou em ambientes úmidos, de elevada altitude. Apresentam coloração preta, cinzenta muito escura ou marrom e elevados teores de carbono orgânico. Na área urbana de Guarapuava, os solos turfosos se distribuem nos fundos de vale em planícies de inundação.

De acordo com a instituição acima, esses solos possuem um comportamento mecânico péssimo, são considerados solos problemáticos para a engenharia e merecem, dessa forma, especial atenção no processo de planejamento urbano.

São solos extremamente compressíveis e colapsáveis (moles), com baixos valores de coesão e baixa capacidade de suporte de carga, o que inviabiliza tecnicamente a execução de obras sobre os mesmos (fundações, construções, aterros, obras enterradas ou escavadas, etc.) MINEROPAR (1992).

Esses são solos saturados, com nível freático raso ou aflorando, sujeitos a inundações e, quando drenados, sofrem alteração do seu volume original por retração, greteamento ou pastilhamento, o que favorece também recalques em fundações. Quando submetidos à secagem, perdem capacidade de reabsorção de água, formando torrões, pequenos blocos irregulares e porosos, endurecidos e de baixa resistência (MINEROPAR, 1992).

Aspectos hidrogeográficos

O município de Guarapuava situa-se numa região de interflúvios e dessa forma, considerando-se sua extensão territorial, abrange três grandes sub-bacias do Paraná: rio Iguaçu; rio Ivaí; e afluentes da nascente do rio Piquirí. No entanto, as bacias urbanas que drenam a cidade são afluentes do rio Jordão, que é subafluente do rio Iguaçu no setor médio da bacia.

O rio Cascavel afluente na margem direita do rio Jordão é o principal curso d'água do perímetro urbano de Guarapuava, atravessa a cidade no sentido nordeste-sudoeste e drena 81,3%. Além disso, seus afluentes, arroio Monjolo, Carro Quebrado, Barro Preto e Engenho, drenam o perímetro urbano no sentido leste-oeste, fato que demonstra um padrão de drenagem controlado estruturalmente pelo substrato rochoso (MINEROPAR, 1992). Na figura 20, observam-se as principais sub-bacias do ambiente urbano de Guarapuava.

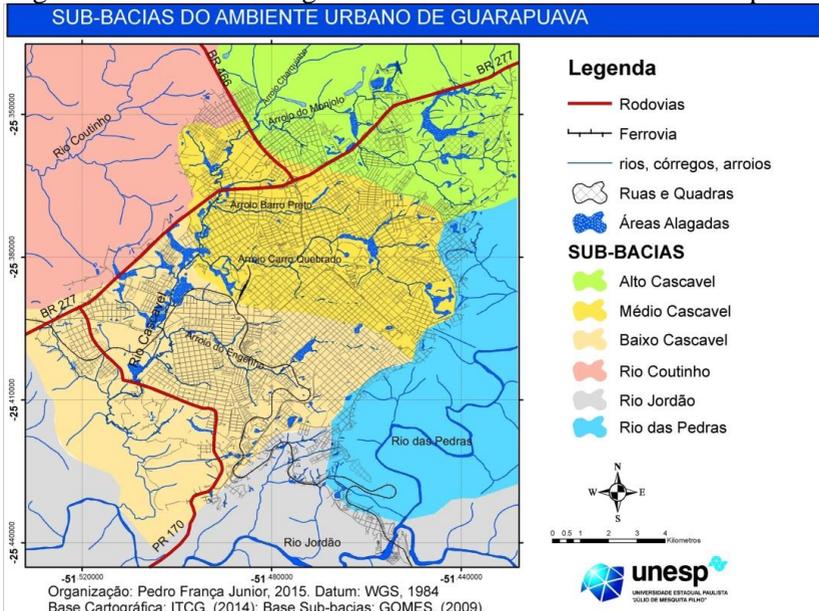
O pesquisador Lima (2011) descreveu a morfologia planimétrica do rio Cascavel que tem um direcionamento geral de NE-SW com extensão de 20,7 km. O padrão do canal no seu terço superior apresenta-se sinuoso e inciso, com alguns trechos sendo controlados por fraturamentos. A mesma configuração ocorre no terço inferior. No segmento intermediário, na área urbana, há tendência para meandramento livre do canal e em alguns trechos já foram executadas obras de retificação.

Ainda, de acordo com o autor, a bacia possui uma assimetria em seus afluentes da margem esquerda, onde se organizam em sub-redes mais complexas que as da margem direita. O autor ainda explica que a assimetria é em decorrência

da acentuada rede e é indicativa do sentido de mergulho para oeste das camadas litológicas que compõem o substrato da área. A subordinação a direções estruturais variadas é responsável pela organização interna das maiores sub-redes, de modo a conferir-lhes maior espalhamento lateral.

Além do rio Cascavel, é possível verificar no mapa da Figura 18 as principais bacias hidrográficas que drenam o quadrante desta pesquisa, onde se destacam: bacia do rio Coutinho; rio Cascavel: alto, médio e baixo curso; rio das Pedras e nível de base geral da região, o rio Jordão.

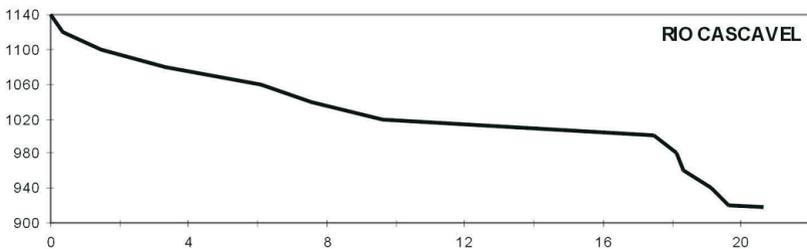
Figura 20 - Bacias hidrográficas do ambiente urbano de Guarapuava



Organização: França Junior, 2016.

Quanto ao gradiente do rio Cascavel representado pelo perfil longitudinal (fig. 21), observam-se as rupturas de declive e conseqüentemente a alternância de trechos declivosos e outros mais suaves que, possivelmente, estão relacionadas a um controle litológico. Em alguns casos, parecem estar relacionados à interceptação dos cursos dos canais por lineamentos estruturais, gerando trechos de maior declive (LIMA, 2011).

Figura 21 - Perfil longitudinal do rio Cascavel



Fonte: LIMA, (2011)

Essa bacia possui um percentual de 50% de área impermeabilizada que, segundo Lima op. cit., agrava em mudanças na carga de sedimentos dos canais e na redução do tempo de residência hidrológica das bacias, e aumento nos dos picos de vazão.

Todos os canais, entretanto, apresentam trechos iniciais e finais com desvios negativos. Os trechos iniciais representam o próprio condicionamento que a litologia local exerce sobre a incisão dos canais, restringindo a dissecação do platô. Conseqüentemente, os canais se iniciam com pequena declividade em áreas quase sempre alagadiças (banhados) que poderiam retardar o volume e o

percentual de água e sedimentos. Essas zonas de cabeceira hoje estão quase integralmente tomadas pela urbanização e submetidas a aterramentos e canalizações (LIMA, 2011, pag.254).

Com relação aos sedimentos, o autor salienta que os trechos finais dos subafluentes do rio Cascavel, arroio Barro Preto, arroio do Engenho e arroio Carro Quebrado, possuem desvios negativos consideráveis e estão situados dentro da zona de inundação. Se, como visto anteriormente, esses canais são de tendência geral predominantemente erosiva, significando maior capacidade de transporte dos sedimentos, então os trechos finais recebem o sedimento carreado das bacias e disponibilizam condições para sua deposição. Essas três sub-bacias são as mais urbanizadas e a contribuição de sedimentos tecnogênicos tende a ser maior associada ao já conhecido, lixo urbano (Fig. 22).

Figura 22 - Depósitos tecnogênicos no leito e às margens do arroio do Engenho, área urbana de Guarapuava



Fonte: França Junior, 2016.

Esses sedimentos, lixos e materiais tecnogênicos, associados ao grande volume de deflúvio, podem condicionar, de acordo com Lima (2011), a rápida transferência de sedimentos para os trechos de desembocadura e condicionamentos erosivos de canais, intensificados dentro da área urbana pelos aumentos dos fluxos superficiais. Além disso, esse fluxo de água e sedimentos pode potencializar a formação de enchentes na planície de inundação do rio Cascavel e as falências dos sistemas de drenagem nas intersecções dos canais, produzindo transbordamento (alagamentos/enchentes) e/ou erosão marginal, pela energia de fluxos. Quanto a outras características mais detalhadas da rede fluvial urbana de Guarapuava, vide às pesquisas de Lima (2011); Dias-Oliveira (2011, 2013); Gomes (2014) e Casa (2015) e os pesquisadores do curso de Geografia da UNICENTRO.

Aspectos fitogeográficos

Guarapuava, assim como outros municípios da região Centro-Sul do Estado do Paraná, compreende a região do Bioma da Mata Atlântica, esta por sua vez é subdividida em variações florestais. A que envolveu a região de Guarapuava, em décadas passadas, é a Floresta Estacional Ombrófila Mista, variando nos topos de platôs com vegetação de campos (estepes). Na área urbana, assim como na zona rural, as florestas nativas foram dizimadas, e em todo o município restam apenas 89.204 hectares (28%), como descrito por Gomes (2013).

Segundo o IBGE (2012), essa floresta, também conhecida como “mata-de-araucária” ou “pinheiral”, é um tipo de vegetação

do planalto meridional, onde ocorria com maior frequência. Essa vegetação é considerada o seu atual “clímax climático”, contudo essa floresta apresenta disjunções florísticas em refúgios situados nas Serras do Mar e Mantiqueira, muito embora no passado tenha se expandido bem mais ao Norte, porque a família Araucariaceae apresentava dispersão paleogeográfica que sugere ocupação bem diferente da atual (Fig.23).

Figura 23 - Fragmento de araucária na área urbana de Guarapuava ao por do sol, próximo à BR 277; foto registrada no Parque das Araucárias evidenciando os sub-bosques.



Fonte: França Junior, 2016.

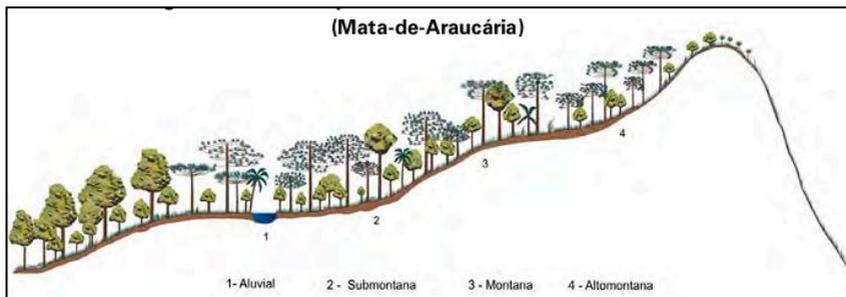
A composição florística desse tipo de vegetação, dominada por gêneros primitivos como *Drymis* e *Araucaria* (australásicos) e *Podocarpus* (afro-asiático), sugere, em face da altitude e da latitude do Planalto Meridional, uma ocupação recente a partir de refúgios alto-montanos.

De acordo com o IBGE (2012), são identificadas quatro formações da Floresta Ombrófila Mista (Fig. 22):

- Aluvial: em terraços antigos associados à rede hidrográfica;
- Submontana: constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 m;
- Montana: situada aproximadamente entre 400 e 1.000 m de altitude; e
- Alto-montana: compreendendo as altitudes superiores a 1.000 m.

Ab' Saber (2006) descreveu, em suas pesquisas, a fisiografia dessa paisagem, como a vegetação que caracteriza o Estado do Paraná. O autor salienta que as Araucárias, estão vinculadas aos planaltos ondulados da vasta interlândia do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde predominaram climas temperados úmidos, de altitude.

Figura 23 - Perfil esquemático da floresta Ombrófila Mista



Fonte: IBGE, (2012)

Ab' Saber (2006) descreve a vegetação das araucárias, como uma condicionante climática, desenvolvida pela ampla e contínua instalação de um domínio de natureza extratropical, que sobressai sobre as matilhas subtropicais. “O mato é baixo e relativamente descontínuo, com pinhais altos, esguios e imponentes (um tanto exóticos e homogêneos) em face da biodiversidade marcante dos sub-bosques regionais”.

[...] um cenário marcante de originalidade ecológica, que se distancia igualmente da retorcida e monótona paisagem dos cerrados centrais ou das grandes matas que outrora dominavam as terras do Brasil de Sudeste, estendendo-se por toda a fachada tropical-atlântica do País. [...] a composição dessa paisagem de planaltos subtropicais, dominados por araucárias e eventuais campos de altitude, não foi simples. Os estudos paleoclimáticos disponíveis apontam para um quadro anterior, onde predominavam estepes geradas em condições muito secas e bem mais frias. Um cenário que envolvia solos sub-rochosos e eventualmente pedregosos nos planaltos interiores, com

ausência de bosques subtropicais e reduzida presença de araucárias [...] Tudo isso tendo acontecido e dominado a paisagem regional, entre 23 mil e 13 mil anos atrás, quando o nível geral dos mares estava aproximadamente 100 m abaixo do nível atual (Ab' Saber, 2006, pag. 103).

Além da Floresta Ombrófila Mista, ainda eram observadas, no cenário paisagístico de Guarapuava, as áreas de campos, que foram os primeiros locais ocupados pelo homem na região. Foi graças a essa potencialidade natural que se deflagrou o processo de ocupação do tropeirismo.

De acordo com Souza (1945, pag.136):

Os campos levemente ondulados, cortados por vales largos e de encostas suaves, são revestidos por uma vegetação graminácea e subarbutiva, em que dominam as Gramíneas, Compostas, Leguminosas e Rubiáceas [...] Quebrando a monotonia desta paisagem, aparecem ilhas das matas, os capões, dominados pelas imponentes araucárias....” Esses caapões formam-se, geralmente, nos pontos em que a rocha subterrânea ou camada impermeável forma uma bacia ou se aproxima mais da superfície, de modo a poder conter água do subsolo após as infiltrações e escoamentos das chuvas”. Teriam por isso, uma forma, geralmente, circular. E são nestes frondosos capões que o gado busca refúgio contra os raios abrasadores do sol. Outras formações florestais, ainda, entremeiam os campos: são as matas ciliares, que quais

“rios-de-verdura”, se alongam pelas margens dos cursos d’água⁵ (Fig.25).

Figura 25 -Figura ilustrativa que descreve a zona de povoamento antigo, o “*Hinterland*” Guarapuavano, abandonado pelos primeiros ocupantes



Fonte: SOUZA, (1945)

Os campos de Guarapuava, conforme nova nomenclatura das vegetações no Brasil do IBGE (2012), equivalendo-se aos padrões mundiais, são classificados como “estepe”, relacionada à

⁵ A autora faz uma descrição visual de como era a paisagem da região de Guarapuava anterior a 1945. Interessante salientar que em quase toda a área urbana de Guarapuava, anterior à urbanização, as paisagens eram essas.

zona temperada, com distribuição pluviométrica bem distribuída ao longo do ano.

De acordo com o IBGE op. cit., a estepe é um termo originário da Rússia (Cmenne), adotado para nomear extensões territoriais, destituídas de vegetação, arbórea ou não, cultivadas, ou seja, regiões desertas quanto ao uso e não necessariamente no sentido geobotânico, ainda que também o incluam. Com base nessas afirmações, o nome estepe parece adequado para os campos do Sul do Brasil. Além disso, afigura-se também conveniente distingui-los com o nome estepe para se realçar as diferenças ecológicas, fitofisionômica e florística que apresentam com relação aos campos denominados savana (Cerrado) do Brasil central e, também, aos campos espinhosos, denominados savana-estépica (Caatinga) do Nordeste semiárido brasileiro.

O IBGE (2012) salienta que o domínio da estepe estende-se por dois amplos e distintos ambientes: a) planalto das Araucárias; e b) superfícies meridionais gaúchas do Planalto Rio-Grandense-do-Sul, do planalto da Campanha e da depressão central.

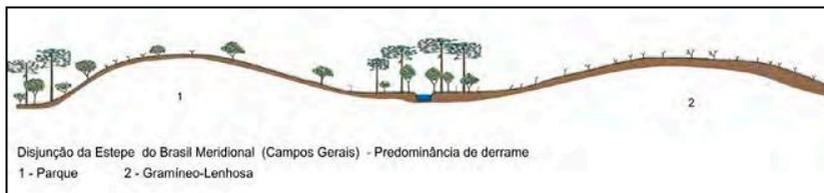
a) No planalto das Araucárias, a estepe é submetida a clima pluvial subtropical sem período seco e coexiste com a floresta Ombrófila Mista (com araucária), cujas espécies lhe constituirão capões e florestas-de-galeria. Por influência, principalmente, da altitude, suporta período frio (temperatura média mensal menor ou igual a 15°C) anual mais pronunciado, de até oito meses; enquanto o período quente (temperatura média mensal menor ou igual a 20°C) é reduzido ou ausente; e...

b) Nas superfícies meridionais gaúchas referidas acima, a estepe conserva certa identidade pluviométrica com o planalto das Araucárias, pois não apresenta período seco. No entanto, é submetida à maior amplitude térmica e batida mais frequentemente por frentes polares mais frias e dessecantes, o que intensifica a evapotranspiração e consequente ação do inverno, provocando secas ocasionais mais severas, que podem limitar as atividades vegetativas, tanto das espécies nativas quanto das cultivadas. Em consequência, sua flora escassa arbórea é típica da floresta Estacional Decidual. A ausência de período seco foi determinada na época do mapeamento com base no método das curvas ombrotérmicas, de Bagnouls e Gaussen (1957) e Walter (1973) apud IBGE (2012), pelo qual são correlacionadas as médias mensais de pluviosidade e temperatura relativas aos últimos dez anos de observação das estações meteorológicas.

São reconhecidas três formações da estepe brasileira, distribuídas no Planalto das Araucárias e nas referidas superfícies meridionais gaúchas, no entanto na região de Guarapuava desenvolveu-se o tipo do parque e gramíneo-lenhosa (Fig.26).

O município de Guarapuava, que sempre deteve uma paisagem fitogeográfica muito diversa, depois de décadas de ocupação ficou completamente alterado, restando apenas alguns capões.

Figura 26 - Perfil esquemático da vegetação de estepes



Fonte: IBGE, 2012

Gomes (2013) cita que parte desse desmatamento foi condicionada ao relevo, que na região Oeste do município de Guarapuava é suavemente ondulado e na porção Leste é um pouco mais dissecado. E em decorrência disso, o atual tipo de uso predominante da terra é a agricultura moderna e comercial, que se impôs sobre os antigos campos e capões de mata na região oeste. No leste do município, substituindo as florestas Ombrófilas Mistas, pode-se identificar a expansão de silvicultura com reflorestamentos com espécies exóticas (*pinnus elioti*), uma prática eminentemente rentável, sem restrições de ocupação em espaços topograficamente acidentados (França Junior e Thomaz, 2018).

Cabe destacar ainda, de acordo com GOMES (2013), que as atividades agrícolas, descritas anteriormente, determinam o setor produtivo de Guarapuava, ou seja, boa parte de sua economia está voltada para o setor agroindustrial, inclusive se destacando no ramo madeireiro, celulose, e de grãos.

É sobre essas características da natureza que a sociedade vai se apropriando dos recursos naturais e transformando-os, e serão essas alterações discutidas no próximo capítulo.

Referências

AB' SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário.** Geomorfologia, São Paulo, n° 18, p. 1-23, 1969.

_____. **Domínios de Natureza no Brasil: As Potencialidades Paisagísticas.** Ateliê Editorial. São Paulo, 2006.

ALMEIDA, F.F.M. **Origem e evolução da plataforma brasileira: Boletim DGN/DNPM.** Geologia de Minas, Rio de Janeiro n. 246, 36 p. 1967.

ARIOLI, E. E. et al., **Faciologia vulcânica da Formação Serra Geral na região de Guarapuava, Paraná.** IV Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados. Foz do Iguaçu, 2008.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1998.

BIGARELLA, J. J.; LEPREVOST, A. e BOLSANELLO. **Rochas do Brasil.** Rio de Janeiro, Editora Livros Técnicos e Científicos, 1994, 310pag.

CASA, T. M. **Caracterização da dinâmica de transporte de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do rio Cascavel em Guarapuava-PR.** Relatório de qualificação. Programa de pós-graduação em Geografia- UNICENTRO. Guarapuava-PR, 2014. 110p.

CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al. **Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 95-109.

CPRM- **Serviço Geológico do Brasil.** Disponível em <http://www.cprm.gov.br/> acesso em 01/2014.

DIAS-OLIVEIRA. Impactos da urbanização na geometria hidráulica de canais fluviais da bacia hidrográfica do rio Cascavel, Guarapuava. Dissertação de Mestrado em Geografia- UNICENTRO, Guarapuava, 2011.

DIAS-OLIVEIRA; VESTENA, L. R. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Cascavel, Guarapuava-PR. Revista Geoingá. Programa de Pós-graduação em Geografia, UEM. V. 05, n.2. Maringá-PR, 2013.

FRANÇA JUNIOR, Pedro. A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR. Tese de Doutorado. UNESP, Presidente Prudente- SP. 2016.

FÚLFARO, V.J.; BANDEIRA, J.R., N; FRANÇA, B. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas na parte central da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, v. 9, n.1, p.1-16. 1983.

GOMES, E. S. Dinâmica hidrológica fluvial em bacias hidrográficas com diferentes taxas de impermeabilização do solo em Guarapuava-PR. Dissertação de mestrado PPG- UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2014. 171pag.

GOMES, M.F.V.B. Cartografias da paisagem: trajetórias socioambientais de Guarapuava. Editora Unicentro. Guarapuava, 2013.

GRIMM, A. M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al. **Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 259-275.

IAPAR- Instituto Agrônômico do Paraná. Disponível em www.iapar.br acesso em 2014.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2012.

JANASI, V. A.; DE FREITAS, V. A.; HEAMAN, L.H. **The onset of flood basalt volcanism, Northern Paraná Basin, Brazil: A precise U Pb baddeleyite/zircon age for a Chapecó-type dacite**. Earth and Planetary-Science Letters, v. 302, n.1, p.147-153. 2011.

LIMA, A. G. **Morfologia da rede de drenagem do rio Cascavel e sua potencial interação hidrosedimentar com o ambiente urbano de Guarapuava: notas preliminares**. Revista Ciência e Natura- UFSM v.33 n.2. Santa Maria-RS, 2011.

LIMA, J, SANT'ANNA NETO; J TEIXEIRA, J.N. **Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais**. IN: GOUVEIA, C. R. de; SUGUIO, K ;OLIVEIRA, A.M. dos SANTOS; OLIVEIRA,P.E, de. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2005, 328p. II; 28.

LOPES, K. **Caracterização morfológica, petrográfica e química dos derrames da província magmática do Paraná, com ênfase para as rochas aflorantes no município de Guarapuava**. Curitiba: UFPR. 101 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná, 2008.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 1ª.Edição, Curitiba, 1968. Liv. José Olympio Edit.

MARENGO, J.A.; AMBRIZZI, T.; SOARES, W.R. **Jato de Baixos Níveis ao longo dos Andes**. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 169-180.

MELFI, A.J.; PICCIRILO, E.M.; NARDY, A.J.R. **Geological and magmatic aspects of the Paraná Basin-an introduction**. In: MELFI,

A.J. **The Mesozoic flood volcanism of the Paraná Basin.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1988. p.01-11.

MENDONÇA, A.F, de A. A **Tipologia Climática: Gênese, características e tendências.** In: STIPP, N. A. F. **Macrozoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, PR.** UEL – Londrina, 2000.

MINERAIS, D. P. S. A. **Atlas geológico do Estado do Paraná.** Curitiba, 2001.

MINEROPAR – FAMEPAR - **Prefeitura Municipal de Guarapuava. Geologia do planejamento – Plano Diretor de desenvolvimento urbano de Guarapuava.** Prefeitura Municipal de Guarapuava, 1992.

MINEROPAR- **Minerais do Paraná.** Atlas Geomorfológico do Estado Do Paraná - Escala base 1: 500.000; Curitiba, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. **O clima da Região Sul: Geografia regional do Brasil.** Tomo I. cap. III. Biblioteca Brasileira, IBGE, Rio de Janeiro, 1963.

NARDY, A.J.R. **Geologia e petrologia do vulcanismo mesozóico da região central da Bacia do Paraná.** Rio Claro: IGCE-UNESP. 1995. 316 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1995.

NARDY, A.J.R.; MACHADO, F.B.; OLIVEIRA, A.F de. **As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: Litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas.** Revista Brasileira de Geociências, v. 38, n.1, p. 26-33. 2008.

PAIVA FILHO, A.P. **Estratigrafia e tectônica do nível dos riodacitos pórfiros da Formação Serra Geral.** IGCE-UNESP. 2000. 268 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2000.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Bacia do Paraná**. Geologia do Brasil. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, p. 25-32, 1983.

PEZZI; CAVALCANTI, ALBUQUERQUE; I F; KOUSKI, E.V. **Frentes Frias Sobre o Brasil** In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. p. 385-405.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto. 1992. 4ed.

_____ ; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, SP: FFLCH/USP e IPT/FAPESP, 1997. Mapas e Relatório.

SANTOS, L.J. C; FIORI, C. O; CANALLI, N. E; FIORI, A. P; SILVEIRA, C. T; SILVA, J.M.F. ROSS, J. S. **Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 7, nº 2 (2006) 03-12.

SILVA, D. W. **Caracterização Paleoambiental da região de Guarapuava-PR, a partir de sedimento de turfa: estudo de caso**. Dissertação de Mestrado. UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2013. 96p.

SOUZA, E. C. **Campos de Guarapuava**. Revista Brasileira de Geografia. IBGE, 1945. Vol. Abril/Junho de 1945. Rio de Janeiro-RJ. Pag. 320 e 321.

SUERTEGARAY, D. M. A; NUNES, J. O. R. **A natureza da Geografia Física na Geografia**. Revista Terra Livre, n. 17, p. 11-23, 2001.

THIEDE, D.S.; VASCONCELOS, P.M. **Paraná flood basalts: rapid extrusion hypothesis confirmed by new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ results**. Geology, v.38, n.8, p.747-750. DOI: <https://doi.org/10.1130/G30919.1>. 2010.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava**. Guarapuava: UNICENTRO. 2003, p. 106.

TRATZ, E. B. **As rochas vulcânicas da província magmática do Paraná, suas características de relevo e sua utilização como recurso mineral no município de Guarapuava**. Dissertação de Mestrado, programa de Pós-graduação em Geografia UFSC, Florianópolis- SC, 2009.

TRATZ, E.B. **As Rochas vulcânicas da Província Magmática do Paraná, suas características de relevo e sua utilização como recurso mineral no município de Guarapuava-PR**. Florianópolis: UFSC. 2009. 130f Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

TRATZ, E.B. **Geologia e geomorfologia das estruturas circulares na porção central da Província Magmática Paraná-Etendeka**. 149p (Doutorado em Geografia)- Programa de Pós Graduação em Geografia- Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

TURNER, S.; REGELOUS, M.; KELLEY, S.; HAWKESWORT, C.J.; MANTOVANI, M.S.M. **Magmatism and continental break-up in the South Atlantic: high precision $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology**. Earth and Planetary Science Letters, v.121, n.3-4, p. 333-348. 1994.

ZALÁN P.V., WOLFF S., CONCEIÇÃO J.C., ASTOLFI M.A.M., VIEIRA I.S., APPI C.T, ZANOTTO O.A. **Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná**. In: SBG, Simp. Sul-Bras. Geol., 3, Atas, v. 1, p. 441-447. 1987

ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M.A.M.; CONCEIÇÃO, J.C. J.; MARQUES, A.; VIEIRA, I. S; APPI, V.T; ZANOTTO, O.A. In: RAJA-GABAGLIA, G.P; MILANI, E.J. **Origem e evolução de Bacias sedimentares**. Petrobrás, p. 135-165. 1990.

ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C de J. **Tectônica e Sedimentação da Bacia Sedimentar do Paraná.** In: Simpósio Sul Brasileiro de Geologia, 3º, v.1. Anais... Curitiba, Paraná, p.441-474, 1987.

Processo de ocupação municipal e do sítio urbano de Guarapuava: bases históricas para compreensão da formação dos terrenos tecnogênicos

Pedro França Junior

Este capítulo tem o objetivo de mostrar o processo de ocupação, e a formação do sítio urbano e conseqüentemente das transformações do ambiente urbano de Guarapuava que culminaram na formação dos terrenos tecnogênicos.

Nesta parte descrevem-se os processos do tempo do homem, que é o “tempo que se faz”, o histórico, que não é mais o tempo das regularidades, das uniformidades dos processos (tempo geológico), mas sim o tempo das irregularidades, dos episódios catastróficos, dos eventos esporádicos, dos ritmos das variabilidades, das mudanças no uso da terra. No tempo histórico é impossível gerar transformações da mesma ordem daquelas analisadas quando se trabalha o tempo profundo. É no tempo histórico que ocorrem as intensificações dos processos geomorfológicos (morfodinâmica) a partir das ações da sociedade sobre a natureza (SUERTEGARAY E NUNES, 2001). E estes processos são intensificados em ambientes urbanos, a partir da urbanização.

A urbanização é um processo contínuo de construção do ambiente sobre um sítio urbano. É a partir dessas sucessivas

intervenções da sociedade na natureza que os novos processos, as formas e os terrenos e depósitos tecnogênicos se manifestarão.

De acordo com Lombardo (1990) a urbanização que vem ocorrendo nos grandes centros urbanos tem como origem principal o grande desenvolvimento da economia (industrial e serviços), que possibilita uma concentração populacional nas grandes cidades. Como reflexo político de ocupação de espaço, sobretudo nos países capitalistas do terceiro mundo, tem se configurado um perfil nos seguintes aspectos: a- crescimento desordenado do sítio urbano; b- pressão demográfica; c- verticalização urbana; d- aumento da frota de veículos; e- impermeabilização do solo urbano; f- alterações no balanço hídrico; e g- pressão entre as áreas naturais.

Processo de ocupação da região de Guarapuava

A sociedade pode ser entendida por suas manifestações culturais, sociais, econômicas, religiosas e políticas e nas relações que ela estabelece com a natureza, para a produção do espaço geográfico, bem como no estudo de sua distribuição espacial, o que pode ser mais bem entendido na descrição abaixo.

A sociedade produz um intercâmbio com a natureza, de modo que a última se transforma em função dos interesses da primeira. Ao mesmo tempo, a natureza não deixa completamente de influenciar a sociedade, que produz seus espaços geográficos nas mais diversas condições naturais. Os aspectos naturais são, inegavelmente, componentes das paisagens e dos espaços geográficos, e na sociedade capitalista contribuem com a distribuição

espacial das diferentes classes sociais, uma vez que interferem na determinação do preço dos solos urbano e rural (PARANÁ, 2008, pag.67).

Gomes (2009) salienta que o ambiente responde às formas de apropriação social da natureza, identificá-las no espaço e reconhecê-las no tempo, são caminhos para entendermos quais foram os processos responsáveis pela construção da paisagem atual que expressa um ambiente conforme esses usos.

Dessa forma, para a compreensão da sociedade guarapuaviana, deve-se entender brevemente seu contexto histórico de ocupação. Pode-se destacar que esse lugar deteve uma história ímpar no cenário estadual, e seu processo de apropriação do território que se deu por suas potencialidades naturais, áreas de campos, florestas de araucária, e posteriormente relevo e solos com potencialidades agrícolas.

Cabe salientar que esse município do Paraná foi um dos primeiros a ser fundado dentro do compartimento geomorfológico do Terceiro Planalto (Maack, 1968) na bacia do Paraná, anterior a 1810. Sua área territorial no ano de 1928 partia dos rios Iguazu e Piquiri ao sul, e Ivaí, ao norte e nordeste, da serra da Esperança a leste até as margens do rio Paraná a oeste sendo, na época e atualmente, o maior município em área do Paraná (fig.01).

Guarapuava foi uma cidade sede, que centralizou a ocupação na exploração de riquezas naturais, sendo o local estratégico, político e economicamente associado à estruturação do espaço colonial brasileiro. O empenho do governo português em ocupar os “Campos de Guarapuava” deveu-se de, um lado, à posição estratégica destes em relação à sua proximidade com a fronteira das colônias espanholas, que não estava ainda firmemente delimitada, e, de outro, à expansão da atividade tropeira no atual espaço paranaense que dava suporte à mineração do ouro em minas (SILVA, 1997).

Ainda de acordo com a autora a expansão da sociedade campeira para o Terceiro Planalto Paranaense por meio do sistema de sesmarias, deu origem às propriedades da região e ao modelo de ocupação inicial. A sociedade que se instalou na região dedicou-se à lavoura de subsistência, à pecuária extensiva e à extração da erva-mate. Contudo, as precárias vias de comunicação com outros centros dificultaram a dinamização da economia pastoril.

Com a efetiva ocupação da região, foi inaugurado um novo caminho que, em meados do século XIX, consolidou a inserção de Guarapuava na atividade tropeira. Com a abertura do “Caminho das Missões”, a região tornou-se rota da passagem das tropas vindas do Rio Grande do Sul para a feira de Sorocaba, em São Paulo (SILVA, Op. Cit.).

De acordo com a autora outras características que se destacam, “o Paraná era um território pouco ocupado, e que à época, dava-se preferência aos campos em detrimento das áreas recobertas por matas, sendo que os campos de Guarapuava

detinham melhor qualidade dos que os Campos Gerais da região de Ponta Grossa”.

A expansão do povoamento de Guarapuava passou por muitas transformações, agrárias, populacionais, estruturais, para consolidação urbana, e algumas intervenções políticas. Para se facilitar a leitura e compreender parcialmente a formação da sociedade Guarapuaviana, ater-se-á aos ciclos econômicos que dominaram e que ainda atuam sobre a paisagem dessa região.

Ciclos econômicos que proporcionaram a configuração do ambiente urbano de Guarapuava

Os sucessivos ciclos econômicos que se verificaram na região de Palmas e Guarapuava (tropeirismo, erva-mate, madeira e agricultura moderna) sempre se apoiaram em algum recurso da natureza. A história da organização do espaço regional é a própria história das formas pelas quais a sociedade se apropriou daqueles recursos que se tornaram, a cada tempo, o fio condutor da economia regional e a fonte de poder e dominação na região (RIBEIRO, 1989).

A economia colonial, centrada na exploração de riquezas naturais, dinamizou a ocupação do território nacional, fenômeno ocorrido na região de Guarapuava em larga extensão, principalmente por meio da instalação das fazendas de gado, que buscavam atender às demandas criadas pelas tropas de boiadeiros, vindas do Sul. Dessa forma, o desenvolvimento da pecuária nesse território, segundo Ribeiro (1989):

[...] atenderia a dois objetivos essenciais, o abastecimento das zonas mineradoras em gado para transporte e alimentação e a ocupação de vastas áreas campestres nativas, situadas em territórios potencialmente litigiosos, com pequeno efetivo populacional (RIBEIRO, 1989, p. 20).

O autor ainda acrescenta que a demanda pelo produto da pecuária, principalmente muares, por parte dos centros consumidores, provocou a expansão da atividade e ocupação do território ocidental do Paraná no início do século XIX: os "Campos de Guarapuava", por meio da real Expedição Colonizadora dos campos de Guarapuava, dirigida pelo tenente-coronel Diogo Pinto de Azevedo Portugal e o catequista, padre Francisco das Chagas Lima, foram assim incorporados ao espaço econômico.

Seguindo na mesma ideia do autor, o processo de ocupação e fixação da população no território está vinculado a motivos de ordem política e econômica, associados à estruturação do espaço colonial brasileiro. O empenho do governo português em ocupar a região dos "Campos de Guarapuava" deve-se, de um lado, à sua posição estratégica em relação à sua proximidade com a fronteira das colônias espanholas, fronteira que não estava ainda firmemente delimitada, e, de outro, à expansão da atividade tropeira no atual espaço paranaense que dava suporte à mineração do ouro.

Já a economia ervateira, de acordo com Ribeiro op. cit., na região, teve inúmeras dificuldades para se desenvolver por se tratar de uma atividade extrativa que se realizava em moldes rudimentares e também por ser o produto de baixa qualidade e

pelas precárias vias de comunicação dificultar a sua comercialização.

Segundo Gomes (2013), a produção de erva-mate no Paraná, entre 1830 e 1930, foi a principal fonte econômica de exportação. A produção e comércio com a Argentina, Uruguai e o Chile foram bastante intensos no período. E apesar de algumas quedas relacionadas a fatores externos, em 100 anos, a erva-mate foi sustentáculo econômico no Estado, sendo, inclusive, um dos elementos responsáveis pela emancipação do Paraná em relação a São Paulo, construção da primeira ferrovia, melhoria de estradas e criação da Universidade Federal do Paraná.

De acordo com Gomes (2013), esse ciclo teve declínio, quando a Argentina iniciou o cultivo; a primeira Guerra Mundial, que provocou queda das exportações; a qualidade do produto brasileiro – inferior; e o crescente incentivo à produção e exportação do café que ganhava mercado no cenário estadual.

Posteriormente à erva-mate, a madeira foi um ciclo importante para a região, pois, segundo Gomes op. cit., as mudanças não foram apenas de ordem populacional, mas também por uma nova ordem produtiva, em que o estado do Paraná buscava incluir-se no sistema capitalista mundial e integração regional, precisando fortalecer e criar um mercado interno a partir das relações econômicas construídas no sudeste, particularmente em São Paulo. Ainda segundo a autora,

O Paraná optou por transformar-se no “celeiro do país”, explorando seu abundante recurso natural, as florestas, que quase chegaram à extinção de suas reservas. O desmatamento cumpria dois objetivos: vender a madeira,

e deixar o solo limpo para a prática da agricultura moderna (GOMES, 2012, pag. 115).

Segundo Ribeiro (1989), a estratégia da compra do "pinho em pé" não obrigava os grupos à compra da terra onde se encontravam as reservas. Assim, esses grandes grupos não precisavam imobilizar seu capital e, quando raramente o faziam, vendiam a terra imediatamente após a retirada da reserva de pinho. Desse modo, um insignificante capital ficou na região, não foi construído nada de definitivo, não fixou população e o que restou foi apenas uma área devastada.

De acordo com Luz (1980: 214-5)

Guarapuava, embora encontrado na madeira seu maior fator de expansão, o maior número de firmas madeireiras ali encontradas são oriundas de outras regiões, carreando os lucros obtidos com a produção da madeira, para as cidades-sede das firmas e, naturalmente, também para Ponta Grossa, face à comercialização ali realizada. Este fator apresenta-se desestimulante de maior progresso urbano, dado também que as indústrias madeireiras ali instaladas se concentram na zona rural mais próxima da periferia.

Ribeiro (1989) corrobora que a exploração madeireira na região de Guarapuava, além de ser eminentemente predatória, era realizada próximo às áreas de campo, e a comercialização desses produtos era realizada pelos escritórios localizados em outros centros, principalmente em Ponta Grossa.

A herança deixada por esse ciclo econômico foi uma devastação das florestas nativas, mudanças na estrutura agrária e início da agricultura comercial, baseada no cultivo de commodities.

De acordo com Gomes (2009), esse último ciclo, foi acompanhado por outras mudanças, principalmente as ligadas à posse da terra e à vinda de novos contingentes populacionais, imigrantes europeus germânicos (suábios), descendentes de italianos, poloneses, ucranianos e alemães, provenientes de outras regiões do Paraná ou do Rio Grande do Sul, descendentes de japoneses do Norte do Paraná e de São Paulo. Entre 1950 e 1980, foi intensa a entrada desses grupos sociais, atraídos pelo preço da terra e pela política agrícola do estado do Paraná.

Com a entrada desse contingente, as mudanças nos usos da terra foram significativas. Gomes *op. cit.* descreve que em Guarapuava atualmente ocorrem áreas de reflorestamento – pinus, eucalipto; florestas; agricultura comercial, baseada nas culturas - soja, milho, cevada, trigo, batata inglesa; e áreas de agricultura familiar, com pastagens, roças de toco ou até mesmo áreas de floresta em processo de regeneração.

Essa nova dinâmica econômica fez com que a região se desenvolvesse economicamente, permitindo novos contingentes populacionais e uma nova dinâmica no mercado, aumentando a renda, a concentração fundiária e a população urbana.

A expansão urbana de Guarapuava de 1940 a 2014 e suas implicações socioambientais

Segundo Gomes (2009), a área urbana de Guarapuava só veio a se desenvolver na metade do século XX, após um conjunto de processos econômicos, políticos e culturais. Os lentos crescimentos demográficos, associados às características da economia regional, resultaram na lenta transformação da malha urbana até meados do século XX. As alterações mais significativas, ocorridas no núcleo urbano, estiveram atreladas à própria evolução da economia tropeirista e foram verificadas apenas no espaço interno da cidade, como a transformação da estética da arquitetura e nas posturas municipais.

Guarapuava, de acordo com Ribeiro (1989), como consequência da implantação e desenvolvimento dos modernos sistemas de produção agrícola, a insuficiente rede urbana, herdada da fase tropeirista, não consolidada pelas atividades extrativas-florestais, foi mais recentemente se estruturando num sistema urbano hierarquizado, tendo, nos núcleos maiores e pré-existentes, os centros naturais de polarização. Assim, as cidades de Guarapuava, Palmas e Laranjeiras do Sul passaram a comandar o processo da estruturação regional da produção agrícola, aí se concentrando os serviços mais especializados e os maiores parques de armazenamento e a transformação dos produtos primários drenados pela malha viária, que se consolidou concomitantemente com o processo de modernização da agricultura.

Gomes (2013) relata que, sem apoio e condições econômicas para manterem-se em períodos de crise de produção, muitos agricultores familiares venderam suas terras e tornaram-

se mão de obra volante e assalariada nas grandes propriedades, ou migraram para a cidade.

A figura 3 exhibe a evolução das populações urbana e rural em Guarapuava a partir de 1940. Antes disso, o quadro urbano era pequeno e cheio de mazelas⁶ à população residente. Pode-se observar que o crescimento da população urbana se dá definitivamente a partir de 1950, e em 1975 ela ultrapassa a população rural.

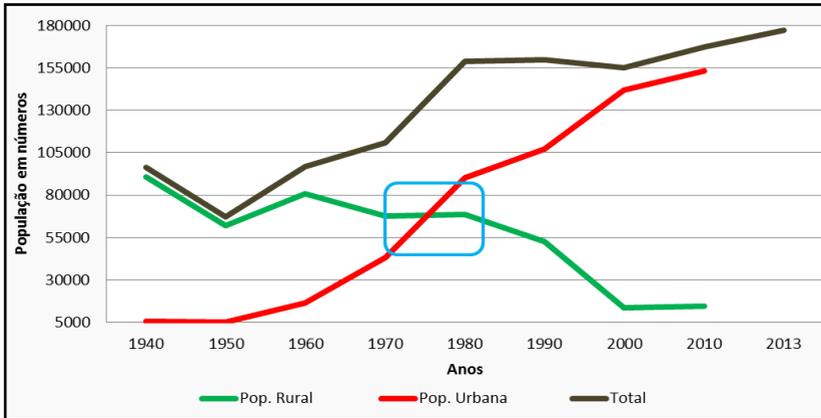
Silva (1995) apud Gomes (2013) destaca que, além do incremento dos equipamentos e serviços urbanos em 1970, surgiram os distritos industriais, Guaratu e Alto Cascavel, e, com eles, novos loteamentos. Essa conjuntura impulsionou o setor imobiliário e, no período, Guarapuava chegou a ter 50 imobiliárias. Entre 1970 e 1980 foram criados 55 novos loteamentos, compondo em 6.711 km² a área loteada. Isso proporcionou um aumento populacional, bem como da malha urbana de Guarapuava. Na Tabela 5 é possível verificar a evolução por décadas do quadro urbano a partir do número de loteamentos e a área total do perímetro em km².

Loboda (2008) menciona que esse desenvolvimento urbano significativo se deve às várias mudanças na forma de apropriação da natureza, como a introdução de novas técnicas na agricultura, vias de transporte, relações sociais e de trabalho, no campo e na cidade, que transformaram significativamente sua paisagem. No entanto, apesar do crescimento da cidade, esta apresentou um desenvolvimento insuficiente com relação à infraestrutura

⁶ As mazelas estão relacionadas à falta de saneamento básico, de estrutura urbana, moradias e transporte.

urbana, sem a devida atenção quanto às normas de uso e ocupação do solo (SILVA, 1995).

Figura 3 - Evolução das populações rural e urbana de Guarapuava de 1940 a 2013



Fonte: GOMES (2013) e IBGE, 2013, Org. França Junior, 2016.

Tabela 1 - Evolução dos loteamentos e áreas adicionadas ao perímetro urbano de Guarapuava de 1940 a 2012

Década	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2002	2012
Loteamentos	3	5	32	55	63	19	23	2
Área km ² Adicionadas	0,73	1,26	5,52	6,711	4,662	1,69	3,48	8,81
Perímetro Urbano km ²	5,37	6,08	7,94	22,55	28,75	37,56	59,67	68,48

Fonte: Gomes (2013) e organização França Junior, 2016.

Na figura 4, verifica-se a evolução urbana de Guarapuava de 1940 a 2014, sobre um modelo digital de elevação (MDE). As informações foram retiradas da tese de Gomes (2009) de 1940-2002, e das informações atuais da Prefeitura Municipal de Guarapuava (2013) e trabalhos de campo realizados (2014).

Observa-se na figura 4 um aumento por década, no entanto o setor ocupado em 1940 são os topos centrais, um local bem drenado com morfologias do terreno suavemente ondulado. Gradativamente, os bairros vão ocupando setores do relevo em direção ao Norte em 1950 e Oeste em 1960, e em 1970 aumento em quase todas as direções, com destaque para o Sul, Norte e Nordeste.

De 1980 a 2014, observa-se que Guarapuava incrementa ainda mais o tecido urbano, ocupando espaços vazios entre os bairros e setores mais baixos do relevo. Aliadas ao crescimento populacional destacam-se a implementação de novas estruturas como o surgimento de faculdades, indústrias e serviços à população. Gomes (2012, p. 209) descreve:

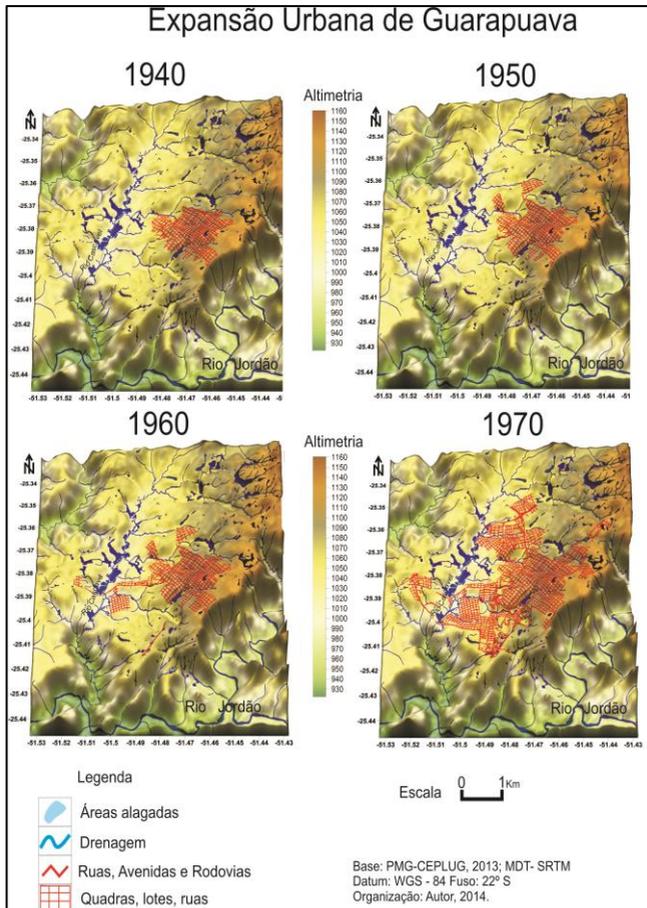
Aos poucos a terra urbana foi transformando o seu valor de uso em valor de troca. Isso é mais evidente a partir de 1970, com a participação dos incorporadores imobiliários no processo de venda da terra urbana.

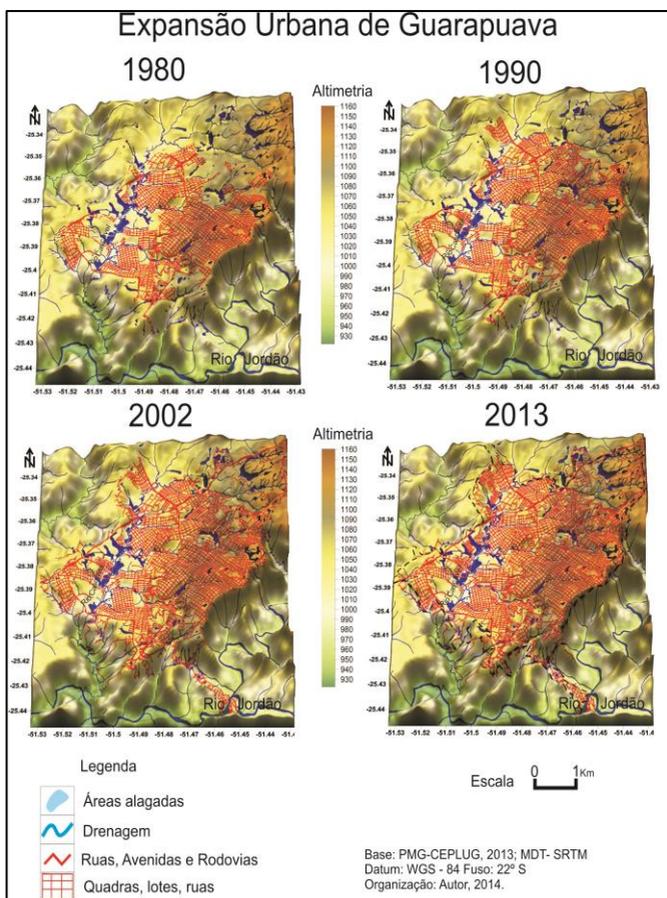
Ainda segundo a autora:

A partir de 1970, os processos de intensificação da modernização do campo e esgotamento da matéria prima florestal vão se ampliar e, com eles, a expropriação massiva dos agricultores do campo e a liberação da mão-de-obra das serrarias. O destino urbano desse contingente

populacional, associado à transformação industrial das madeireiras, aumento da demanda por terra urbana (GOMES, 2012 p. 209).

Figura 4 – Expansão da malha urbana de Guarapuava (1940-2014)





Fonte: França Junior, 2016

Segundo Ferreira (2010), em Guarapuava, o processo de expansão urbana se deu em função de interesses privados, por meio da transformação da terra rural em solo urbano. A valorização, tão almejada pelos proprietários fundiários, ocorreu

predominantemente por meio da ação do Estado, que a promoveu em diferentes níveis no interior da cidade.

Ainda de acordo com Ferreira (2010), o capital privado local esteve fortemente presente na definição da produção do solo urbano desde a origem da cidade, com o Poder Público no papel do Estado e do município, regulando, legitimando e participando das ações referentes ao parcelamento do solo, mas em pouco beneficiando a população de baixa renda que se agregava à cidade.

A autora ainda discute que grande parte dos terrenos foi vendida sem as devidas preocupações com a implantação de infraestruturas, como pavimentação de ruas, galerias fluviais e rede de esgoto, além de iluminação pública precária e à revelia da Lei Federal 6.766/79 (BRASIL, 1979), que designava uma série de providências a respeito de infraestrutura em loteamentos urbanos. A própria prefeitura autorizava os loteamentos irregulares desprovidos dessa preocupação, com a finalidade de atender à demanda habitacional.

As práticas adotadas para a abertura de loteamentos particulares, em Guarapuava, e o insuficiente investimento em programas habitacionais para a população de baixa renda, por parte dos governos federal, estadual e municipal, redundaram na ampliação de ocupações irregulares que datam desde a década de 1960, paralelamente à intensificação de loteamentos privados.

De acordo com GOMES (2013), o espaço urbano de Guarapuava, apesar da expansão, ainda possui vazios urbanos que estão gradualmente sendo loteados e vendidos para a população de nível de renda média e alta, sobretudo a partir de 2003. Tais

áreas ficam distantes das periferias e do campo de visão de quem transita por trajetos privilegiados.

Ferreira (2010) afirma que a pobreza em Guarapuava fica bem escondida às margens da cidade, de maneira que quem entra e sai de sua delimitação urbana precisa estar atento para perceber o cinturão de pobreza, presente nas áreas mais baixas e afastadas do centro, onde a arquitetura e o paisagismo são um misto de madeira, concreto e terra, além de muitos resíduos sólidos, animais, crianças e adultos lutando, como podem, por dignidade na cidade (Fig.5).

Figura 5 - Vila Bela, fundo de vale, próximo ao Arroio do Engenho



Fonte: Google street View, (2014); Org. França Junior, 2016.

Schmidt (2009) corrobora a informação de que a segregação socioespacial dos grupos de baixa renda em Guarapuava, portanto, surge das relações entre os agentes produtores do espaço e do movimento combinado dos grupos de alta renda. Em todo o processo de estruturação do espaço intraurbano, algumas formas herdadas da dominação pelo latifúndio não se alteram, nem mesmo as práticas das forças atuantes locais, que atuam no sentido de manter a distância física na produção da habitação.

Pode-se ponderar também que em Guarapuava há a questão da especulação imobiliária, a concentração de renda e o baixo grau de alfabetização da população que não consegue acesso a empregos formais e se obriga à informalidade e baixos salários, restando-lhes ocupar os terrenos de “ninguém” como as áreas de APP. Não lhes restando alternativas, uma forma barata de morar é o aterro de planícies e posterior construção de casas.

Por mais que a cidade hoje detenha uma evolução na sua estrutura, muitas famílias ainda passam por dificuldades socioeconômicas, e ainda pode-se afirmar a situação, por meio de Gonçalves (1995), que descreve que,

Diante disso, não resta aos pobres das cidades outra alternativa senão erguer suas habitações precárias, barracos, nas encostas instáveis ou em fundos de vales, onde o desmatamento e o acúmulo de lixo contribuem para que as nossas mais corriqueiras chuvas de verão, com as enxurradas se transformem num grande pesadelo (GONÇALVES, 1995, p. 324).

A população, ao ocupar os fundos de vale, próximos aos cursos d'água, toma setores irregulares no que tange às questões ambientais e Gomes (2009) corrobora a informação ao afirmar:

[...] que, conforme a cidade foi crescendo, foi sendo reduzida a mata ciliar em torno dos córregos e ampliando a impermeabilização do solo, além do assoreamento do rio Cascavel e dos seus tributários, reduziu-se a infiltração das águas pluviais. Este fato, associado à morfologia da bacia, principalmente onde está a maior parte da ocupação urbana, intensifica os processos de inundação no fundo de vale do Rio Cascavel, onde estão concentrados os bairros

Jardim das Américas, Alto Cascavel, Cascavel, Industrial, Vila Bela e Vila Carli, com 36.810 pessoas, 27,94% (IBGE, 2000) da população urbana, predominantemente de baixa renda (GOMES, 2009 p. 271).

Pedro e Nunes (2010) salientam que as formas de relevo de topo e vertentes suavemente onduladas, que possuem infraestrutura adequada (o conjunto das instalações necessárias às atividades humanas, como rede de esgotos e de abastecimento de água, energia elétrica, coleta de águas pluviais, rede telefônica, etc.) e são “objeto” de especulação imobiliária receberão um elevado valor (uso e troca) em metros quadrados (m²). Esses compartimentos geomorfológicos poderão ser ocupados por uma população de alto poder aquisitivo. Por outro lado, determinados compartimentos do relevo, como os fundos de vale próximos aos cursos d’água e/ou vertentes íngremes, as áreas de proteção ambiental que não possuem infraestrutura e se não estiverem destinadas à ocupação legal, poderão ser ocupados irregularmente por uma população de baixo poder aquisitivo.

Observa-se que Guarapuava teve um crescimento urbano com muitos problemas de ordem política e social, aliados também com as morfologias do substrato rochoso que condicionam um relevo com complexos impedimentos de crescimento ordenado.

A área urbana, além de ter uma ferrovia (FERROESTE) que condiciona limites urbanos à cidade, ainda possui lotes do Exército com amplas áreas em meio à malha urbana, com áreas de planícies aluviais e alguns locais com declividades acentuadas com afloramento rochoso, o que dificulta a construção de ruas, infraestruturas urbanas e casas com estruturas simples.

Quanto à legislação ambiental vigente em Guarapuava, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PMG, 2006) apresenta, no cap. II, determinações referentes aos parcelamentos do solo e ocupações em áreas urbanas.

Art. 5o - Não será permitido o parcelamento do solo:

I. em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

II. nas nascentes, mesmo os chamados “olhos d’água”, seja qual for a sua situação topográfica, antes de tomadas as devidas providências;

V. em terrenos em fundos de vale (...);

VI. em terrenos situados em áreas de preservação florestal e ecológica;

VIII. as áreas que possuírem quaisquer nascentes, lagos, reservatórios naturais ou artificiais e cursos d’ água, bem como áreas que possuírem vegetação nativa (...).

Ainda há uma delimitação de áreas que deveriam se encontrar sem qualquer ocupação, como também indica o Plano Diretor em seu artigo 7º.

Art.7º - As áreas descritas nos incisos abaixo são passíveis de parcelamento, mas constituem áreas não edificáveis:

I - nas áreas de fundos de vale, as larguras mínimas não edificáveis, serão de 15 m ao longo dos cursos d’água com menos

de cinco m de largura e 30 m ao longo dos cursos d'água que tenham mais de 5 m de largura, [...];

II - ao redor de lagoas e lagos (naturais ou represados), contados a partir da margem medindo horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima será de 15 m;

III - áreas de florestas e demais formas de vegetação naturais situadas ao longo de rios, ao redor de lagoas, nas nascentes, no topo de morros, nas encostas, nas bordas, conforme dispõe o Código Florestal.

Ficam assim definidas, segundo a legislação municipal, delimitações de áreas de preservação no ambiente urbano de Guarapuava, sendo elas situadas ao longo dos rios urbanos, existentes no interior da malha urbana da cidade.

Com relação aos espaços urbanos Suertegaray e Nunes (2001) destacam.

O que era inatingível fisicamente passa a ser alcançável através do domínio maior da chamada engenharia técnica de intervenção. Com isto, busca-se constantemente o detalhamento da “anatomia da natureza”, para pretensamente saber construir, destruir, reconstruir novos espaços físicos e sociais conforme os interesses econômicos e políticos dominantes para cada tempo histórico (SUERTEGARAY E NUNES, 2001. pag. 17)

As relações da sociedade formada com os aspectos ambientais já descritos acabam demonstrando, o processo de apropriação da sociedade sobre a natureza. Essas relações convergem nas alterações ambientais, proporcionando a criação

de novos modelados e posteriormente novos materiais disponíveis para serem erodidos e carreados para os fundos de vale.

Essa nova dinâmica ambiental proporciona a construção de novos terrenos e depósitos tecnogênicos, que são os materiais correlativos gerados nesse ambiente urbano, e cada ambiente possui configurações morfológicas distintas.

Relação do sítio urbano e dos terrenos e depósitos tecnogênicos do ambiente urbano de Guarapuava

Figueira (2007) relatou em sua pesquisa, onde cada ação antrópica em seu tempo gera um processo sistêmico. Assim como as dinâmicas ambientais estão a todo o momento acontecendo, as atividades humanas estão construindo a paisagem e modificando-a constantemente, e essa ação proporciona desencadeamentos diretos e indiretos na superfície terrestre, incorporando-removendo-realocando-depositando materiais e criando-se novos ambientes.

Um exemplo é o próprio desenvolvimento de núcleos urbanos, onde há a necessidade de recursos naturais de todas as formas: hídricas, minerais, energéticas. Para a utilização dos recursos hídricos, barram-se os rios, formando-se lagos, e posteriormente usa-se a água para abastecimento e a força motriz desta para geração de energia; e os recursos minerais são utilizados para construções civis. Todas essas ações diretas e indiretamente proporcionam ações tecnogênicas. As represas barram rios e proporcionam a formação de depósitos

tecnogênicos induzidos de assoreamento, formando terrenos de agradacão indiretos; as pedreiras formam cicatrizes nas vertentes, dando forma aos terrenos de degradação, mas que também fornecem materiais (brita, blocos, cascalho) para os terrenos de agradacão.

Sendo assim, fazendo-se uma relacão dos processos de urbanizacão e os terrenos e depósitos tecnogênicos, ambos estão relacionados à forma de como a sociedade se apropria do espaço. Em alguns momentos são necessárias diversas intervenções para que o mosaico das redes urbanas se desenvolva, seja terraplanando-se várzeas ou criando-se uma nova feição (cicatriz) no relevo ou induzindo a formacão de um relevo de degradação tais como as ravinas, voçorocas. Conforme vão ocorrendo as necessidades humanas, o ambiente urbano vai se transformando, e os resultados vão se desenvolvendo na forma de processos, variando em estágios e na dimensão.

Charzyński et al, (2013) pesquisaram os solos da cidade de Torún na Polônia e as classificaram conforme a história e os ciclos de ocupacão anterior ao século XIII, mas que se intensificaram do século XIX ao XX. Os autores salientam que as atividades geraram efeitos negativos e positivos no relevo. No mapeamento realizado os autores encontraram: 1 – undisturbed and weakly transformed soils, 2 – urbisols, 3 – industrisols, 4 – garden soils, 5 – soils of parks and lawns, 6 – necrosols, 7 – ekranosols, 8 – constructosols, 9 – rubbish dump, 10 – administrative boundaries of Toruń, 11 – surface waters. Na Fig. 6 verificam-se quatro exemplos de solos de Torún (fig. 6).

O interessante a destacar é que nestes locais que foram ocupados há séculos como a Inglaterra e a Polônia se comparado

ao Brasil, tais países, podem ter mais de 2 mil anos de ocupação. Guarapuava com 200 anos de ocupação e até mesmo em São Paulo com 461 anos de fundação com civilização de colonização, posterior aos índios.

Price et al (2013) evidenciaram alguns casos na Inglaterra onde os autores colocam que as sucessivas fases de desenvolvimento dos lugares adicionam materiais, recicla, ou transporta “solos artificiais” deixando uma estratigrafia complexa de depósitos e terrenos construídos (made ground) tais como, drenos, sambaquis (middens), fossas, cavas, fundações e trincheiras entre outras feições.

Exemplos de solos tecnogênicos de Torún na Polônia



Fig. 7. Urbisol (Szosa Chetmińska st.)



Fig. 8. Industrisol (at the former chemical plant 'Polchem')



arden soil (Szczanieckiego st.)



Fig. 10. Lawn soil (Lubicka st.)

Fonte: Charzyński et al, (2013)

Ribeiro et al, (1996) encontraram no médio vale do rio Paraíba do Sul, os depósitos colúviais tecnogênicos, que foram reconhecidos a partir de perfis estratigráficos e pedológicos em localidades qualitativamente representativas, quanto à sua ocorrência e preservação. Através da descontinuidade estratigráfica apresentada por meio dos depósitos; contatos nitidamente erosivos; camadas texturalmente grosseiras; alinhamentos de grânulos rochosos; fragmentos de carvão; baixo desenvolvimento pedogenético das unidades deposicionais tecnogênicas, os autores identificaram a natureza detrítica e alóctone dos materiais, uma das principais características dos depósitos tecnogênicos e os relacionaram com os ciclos de uso e ocupação da bacia.

Assim como os autores descreveram acima, observa-se nas camadas das diferentes sondagens descritas nas sub-bacias urbanas de Guarapuava, as evidências das variadas fases de ocupação, relacionadas aos diferentes estágios de urbanização (França Junior, 2016).

Outra questão a se destacar é que os depósitos tecnogênicos de Guarapuava, não estão relacionados a processos erosivos nas cabeceiras de drenagem, provocados pela suscetibilidade à erosão da região dos arenitos do Grupo Bauru como evidenciado por Oliveira e Queiroz Neto (1994) e França Junior (2010); em Guarapuava estão condicionados a diversos fatores, mas principalmente aos diferentes graus de urbanização que o ambiente urbano foi registrando e que ainda está no processo de transformação.

Ao analisar os depósitos tecnogênicos de Guarapuava, observa-se o avanço da malha urbana nas diferentes sub-bacias.

Não se pode controlar a dinâmica sedimentar de uma cidade, e o registros ficam presos ao sistema hidrográfico.

Por este fato, Nir (1983) descreve 3 fases de urbanização e seus desencadeamentos sedimentares, descritos a seguir:

De acordo com Nir op. cit. cada estágio de urbanização desencadeia processos diferenciados no que tange à geomorfologia e podem ser divididos em três fases:

Fase 1- de transição pré-urbana (rural) ou sub-urbana; 2- transição da fase inicial para a média-urbana ou de período de construção, e a 3- terceira e última fase que é o período de desenvolvimento urbano.

Guarapuava passou por estas fases e ainda continua o processo de consolidação urbana, tendo ainda muitas áreas do perímetro a serem ocupadas, sendo assim, muitas áreas mesclam as três fases.

Ao verificar o histórico ambiental de Guarapuava, percebe-se que a formação da cidade de 1810-1940, passou por um processo pré-urbano. De acordo com Nir op. cit., nesta etapa o uso da terra é predominantemente rural e quaisquer atividades de construção estão em equilíbrio com as forças geomorfológicas. No início desta fase, o cenário é principalmente agrícola, no caso de Guarapuava marcado pelos processos tropeiristas, extração da erva-mate e posteriormente o ciclo da madeira, pelo desmatamento e a concentração de madeireiras. Os efeitos desta fase de acordo com Nir Op. cit. é a diminuição da evapotranspiração resultante da supressão da vegetação e o

aumento da vazão e sedimentos nos rios, por ruas sem asfalto com solos expostos, estradas de terra e casas em madeira.

A segunda fase, de pré-urbanização é caracterizada pelas intensas atividades de construção. É nesta fase que os solos estão expostos às influências climáticas, ao passo que as medidas tomadas para minimizar a erosão são apenas parciais. De acordo com Nir Op. cit. é nesta fase que ocorrem os cortes, demolições e a remoção das camadas superficiais do solo, combinados com a construção de casas, a pavimentação de ruas, e a construção de aquedutos. Os efeitos imediatos são o aumento da erosão local das construções e o assoreamento a jusante, e alguns canais (rios) são eliminados para modelar o terreno ou então aproveitar; aumentam-se as áreas pavimentadas, e diminui-se a infiltração e evidentemente ocorre o aumento das inundações e situações de perigo à população devido ao entupimento de bueiros por sedimentos lavados dos setores em construção.

A fase 2 em Guarapuava ocorreu no período de “1940-2000”, em decorrência do crescimento da população e da construção de diversas obras de infraestrutura, tais como moradias e ruas. Nesta fase, é onde houve as maiores ocupações ao longo do sítio urbano.

A fase 3 ainda não está totalmente implementada em todos os setores da cidade, mas está em processo para isso, pois a cidade está em franca expansão. Esta fase conforme Nir (1983), é o estágio final ou de consolidação urbana, quando ocorre a diminuição das infiltrações, aumento das inundações, transporte de sedimentos e entupimento das galerias pluviais (bueiros). Conforme a urbanização vai se consolidando, ocorre a diminuição da carga de sedimentos, no entanto ocorre o aumento

das vazões a jusante, e os riscos de inundação tornam-se mais eminentes.

Guarapuava, pelo nível de urbanização alcançado, possivelmente entra nesta terceira fase em alguns setores mais consolidados, pois parte considerável de seu perímetro urbano está tomada por áreas construídas, pavimentadas e impermeabilizadas, e os setores de fundo de vale e alguns parques foram construídos, e os que não foram estão gradativamente sendo modificados. Os terrenos e depósitos tecnogênicos comprovam esta característica, pois correlacionam esta fase por suas constituições sedimentares, à urbanização. Ao verificar os testemunhos tecnogênicos, e até mesmo os pontos destacados na pesquisa de França Junior (2016), é possível perceber o grau de heterogeneidade do material alóctone encontrado nos fundos de vale, bem como a variação textural dos depósitos nos testemunhos de sondagem.

Considerações Finais

Conhecer o histórico ambiental é fundamental para compreender o processo de ocupação e de como o ambiente urbano foi se estruturando e se transformando. Os terrenos e depósitos tecnogênicos desta cidade, foram formados e contam justamente por meio de seus sedimentos e artefatos, os principais acontecimentos deste ambiente urbano. Cada ambiente, cada cidade, cada espaço geográfico, é fruto de uma dinâmica socioambiental própria. Cabe a cada pesquisador da área de Geografia Física compreender um pouco de como se deu este processo, e relacionar com seu objeto de pesquisa.

Referências

CHARZYŃSKI, P; BEDNAREK, R; HULISZ, P; ZAWADZKA, A. **Soils within Torun urban area**. In **Technogenic soils of Poland**. Edited by: CHARZYŃSKI, P; HULISZ, P; BEDNAREK, R. Polish society of soil science. Torún, 2013.

FERREIRA, S. B. **Rede Urbana, cidade de porte médio e cidade média: estudos sobre Guarapuava no estado do Paraná**. Tese de Doutorado em Geografia –FCT-UNESP. Pres. Prudente-SP, 2010.

FIGUEIRA, R. M. **Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo**. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociências- USP. São Paulo, 2007. 127pag.

FRANÇA JUNIOR, P. 2010. **Análise do uso e ocupação da bacia do córrego Pinhalzinho II utilizando geoindicadores, Umuarama-PR, 1970-2009**. Maringá, 2010. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá-PR. 90p

FRANÇA JUNIOR, Pedro. **A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR**. Tese de Doutorado. UNESP, Presidente Prudente- SP. 2016.

GOMES, M.F.V.B. **Trajatória socioambiental de Guarapuava: Leituras da paisagem**. Tese de Doutorado em Geografia- FCT-UNESP. Pres. Prudente-SP, 2009.

_____. **Cartografias da paisagem: trajetórias socioambientais de Guarapuava**. Editora Unicentro. Guarapuava, 2013.

GONÇALVES, C. W. P. **Formação sócio espacial e questão ambiental no Brasil.** In: CHRISTOFOLETTI, A. et al. (Org.). **Geografia e Meio-Ambiente no Brasil.** Hucitec. São Paulo. 1995.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Bases territoriais.** Disponível em <http://www.itcg.pr.gov.br/> acesso em 2013.

LOMBARDO, Magda A. **O processo de urbanização e a qualidade ambiental-efeitos adversos no clima.** 1990. Rev. Bras. Geogr. 1990, Vol 52, Num 4, pp 161-166;

LUZ, Cirlei Francisca Carneiro. **A madeira na economia de Ponta Grossa e Guarapuava (1915-1974).** 1980.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 1ª.Edição, Curitiba, 1968. Liv. José Olympio Edit.

NIR, D. Man. **A geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology.** Springer Science e Business Media, 1983.

OLIVEIRA, A. M. S. QUEIROZ NETO, J.P. **Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista.** Boletim Paulista de Geografia n° 73, São Paulo, 1994.

PARANÁ- **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Geografia.** Curitiba-PR, 2008.

PEDRO, L; NUNES, J.O.R. **Problemas ambientais urbanos na cidade de Presidente Prudente/SP: a relação entre relevo, apropriação, ocupação, e forma de se produzir o espaço urbano.** ENG- Encontro Nacional de Geógrafos, Porto Alegre, 2010. (Anais)

RIBEIRO, M.C.R. MOURA, J.R.S; SALGADO, C.M.S. **Caracterização pedológica de depósitos tecnogênicos no médio vale do rio Paraíba do Sul- região do Bananal (SP/RJ).** In Congresso Brasileiro de Geologia n° 39. Salvador-BA, 1996. Pag. 493-495.

RIBEIRO, A.G. Paisagem e organização espacial na região de Palmas e Guarapuava. Tese de doutoramento em Geografia Física-USP. São Paulo, 1989.

SCHMIDT, L. P. A (re) produção de um espaço desigual: poder e segregação socioespacial em Guarapuava (PR). Tese de Doutorado. UFSC. Florianópolis, 2009.

SILVA, J. M. Processos econômico-sociais regionais e seus impactos sobre a estrutura urbana de Guarapuava. Revista de História Regional, Ponta Grossa, v.02.pag.9-42, 1997.

SUERTEGARAY, D. M. A; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. Revista Terra Livre, n. 17, p. 11-23, 2001.

Formas de relevo do ambiente urbano de Guarapuava: bases para formação de terrenos tecnogênicos

*Pedro França Junior
Eliza do Belém Tratz*

De acordo com Ab' Saber (1969), para a compreensão do relevo, há que se considerar no campo da Geomorfologia três níveis de tratamento.

O primeiro corresponde a compartimentação topográfica regional, com descrições e caracterização exatas quanto possíveis das formas de relevo, de cada um dos compartimentos estudados;

O segundo engloba informações sistemáticas sobre a estrutura superficial da paisagem, referentes a todos os compartimentos e formas de relevo observados. Pois através destes estudos “estruturais, superficiais” e até certo ponto “estáticos” obtêm-se ideias da cronogeomorfologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a sequência dos processos Paleoclimáticos e Morfoclimáticos quaternários da área de estudo. Desta forma, observações geológicas dos depósitos, e observações geomorfológicas das feições antigas (superfícies aplainadas, relevos residuais) e recentes do relevo (formas de vertentes, pedimentos, terraços e etc.) conduzem a visualização de uma plausível cinemática recente da paisagem.

Um terceiro nível, a Geomorfologia moderna cuida de entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos

atuais, em sua plena atuação, ou seja, procura compreender globalmente a fisiologia da paisagem, através da dinâmica climática e de observações mais demoradas e sob controle de equipamentos de precisão. No caso, ao invés de estudar os resultados cumulativos dos eventos do Quaternário inclusos na estrutura superficial da paisagem, pretende-se observar a funcionalidade atual e global desta mesma paisagem dinâmica climática e hidrodinâmica- (AB' SABER, 1969, pag. 01).

Dentro desta perspectiva, o capítulo apresenta em detalhes às características de relevo do ambiente urbano de Guarapuava. Inicialmente são apresentados os procedimentos metodológicos com as etapas de confecção cartográfica e nomenclaturas utilizadas para a descrição das formas de relevo e fácies vulcânicas presentes na área.

Na sequência, é feita a compartimentação regional do relevo e discussão teórica sobre as formas, herdadas, sobretudo dos processos evolutivos do Arco de Ponta Grossa, natureza variada das litologias e fatores denudacionais, estes inter-relacionados com ações climáticas pretéritas e atuais. Após essa discussão são apresentadas em detalhe as formas do relevo urbano de Guarapuava.

Para finalizar, os estudos de relevo da cidade são contrapostos com a dinâmica dos processos ambientais deste modo, as áreas de fragilidade ambiental são pontuadas. Trabalhos desta natureza são importantes uma vez que, é nas cidades que o homem e natureza interagem com maior acuidade, implicando em riscos, quando o homem vai ao encontro as áreas de perigo natural (natural hazard), àquelas caracterizadas por várzeas ou vertentes íngremes, impróprias para a ocupação urbana, por estarem

sujeitas a inundação e deslizamentos de massa. Quando delimitadas às áreas de risco o planejamento urbano é facilitado e vidas podem ser poupadas em caso de desastres naturais.

Além disso a ocupação a antropização destes relevos do ambiente urbano é um registro da urbanização. Entretanto com a introdução de terrenos tecnogênicos altera-se a topografia natural e incrementa-se uma nova cota altimétrica no local, gerando às vezes, um falso positivo de estabilidade, mas que com o tempo, pode levar aos moradores a terem problemas da ordem ambiental e econômica.

Metodologia

Este capítulo foi organizado, com base em referências de órgãos públicos como a MINEROPAR, e pesquisadores da região.

Mapa geomorfológico

O mapa geomorfológico de Tratz (2017) traz a comparação entre as formas de relevo e aspectos litológicos e foi elaborado conforme as informações técnicas e cartográficas da tabela 1.

Tabela 1: Informações técnicas e cartográficas do mapa Geomorfológico.

Informações técnicas e cartográficas do mapa Geomorfológico

Mapa Geomorfológico.	
Base Cartográfica	<p>Cartas Topográficas: 1:50.000- Consórcio Geoambiente/FOTOTERRA:</p> <p>-SG. 22-V-D-II-2-Turvo. Ortoimagem- MI-2837-2;</p> <p>-SG. 22-V-D-II-4-Guarapuava–O. Ortoimagem: MI:2837-4;</p> <p>-SG. 22-V-D-III- Guairacá. Ortoimagem: MI 2838-1;</p> <p>-SG. 22-V-D-III-3-Guarapuava. Ortoimagem: MI 2838-3;</p> <p>-SG. 22-V-D-III-4-Itapara. Ortoimagem: MI 2838-4;</p> <p>-SG. 22-V-D-V-2-1- Pinhão. Ortoimagem: MI 2852-2; - SG. 22-V-D-VI-2-Vitória. Ortoimagem: MI 2853-1.</p> <p>Imagens Orbitais:</p> <p>-Mosaico de Imagens SPOT- <i>Satellite Pour l'Observation de La Terre</i> com resolução espacial de 10 metros no modo multiespectral;</p> <p>-Mosaico com anaglífos de imagem ASTER- <i>Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection</i> com resolução espacial de 15 metros;</p> <p>-Imagens: SRTM <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> disponibilizadas pelo TOPODATA/INPE com resolução espacial de 30 metros;</p> <p>-Perímetro urbano de Guarapuava e rodovias: Prefeitura municipal, 2000. In: Divisão administrativa-Uso e ocupação do solo. Elaborado por ENGEFOTO aerolevantamentos.</p>
Província Magmática do Paraná PMP	Waichel (2006).
Mapeamentos previamente consultados	-PAIVA FILHO, A. P. Estratigrafia e tectônica do nível dos riodacitos pórfiros da Formação Serra Geral. Tese de doutorado, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, SP, 2000, 268 p.
Dados Técnicos	Projeção Universal Transversa de Mercator; Datum Vertical: Marégrafo Imbituba-SC; Datum Horizontal: Córrego Alegre-MG.

Fonte: Tratz (2017).

Mapa de formas e relevo do ambiente Urbano

O mapa de formas de relevo do perímetro urbano de Guarapuava foi desenvolvido, utilizando como base o mapa de Binda e Bertoti (2008), além disso, empregaram-se os critérios de graus de declividade, hipsometria e características pedológicas da MINEROPAR (1992). Cabe salientar que foi suprimida do mapa a porção referente ao aeroporto de Guarapuava afim de destacar áreas mais antrópicamente alteradas em decorrência do crescimento urbano.

Etapas de desenvolvimento:

1-Entendimento e compartimentação da paisagem conforme Ab' Saber (1969), descrito em parcialmente dentro dos aspectos do substrato rochoso e aspectos do relevo.

2- Utilização das bases de hipsometria, declividade e a vetorização das formas de relevo desenvolvidas por Binda e Bertoti (2008), que dispuseram das cartas topográficas: Guarapuava (Folha SG.22-V-D-III-3 MI2838/3) e Guarapuava (Folha SG.22-VD-II-4 MI-2837/4); escala: 1:50.000; (equidistância das curvas de nível: 20 m); e vetorização mapa de coberturas inconsolidadas (solos), de MINEROPAR (1992), para o perímetro urbano de Guarapuava;

3- Foram realizadas incursões a campo para sistematização das informações, reconhecimento e descrição das principais feições geomorfológicas destacadas nos trabalhos de mapeamento;

4- Para as subunidades I e III foram extrapoladas as informações da unidade II, com a utilização das imagens de satélite do Google Earth-Pro; modelo digital de elevação com as bases do Topo/Data INPE e informações de campo.

Mapa das formas de relevo do ambiente urbano

O mapa foi confeccionado com base na vetorização dos mapas de Binda e Bertoti (2008) que utilizaram como referência as pesquisas de Nunes, (2002); Nunes et al (2006); e mapa das subunidades geomorfológicas da MINEROPAR (2006).

A nomenclatura utilizada para a descrição das subunidades morfoestruturais foi adaptada a partir da proposta de ITCG/MINEROPAR (2006) que classifica as subunidades presentes na região em: Planaltos de Pitanga/Ivaiporã, Planaltos de Palmas e Guarapuava e Planalto do Foz do Areia/ Ribeirão Claro.

Entretanto, em função das características litológicas e topográficas o Planalto de Guarapuava é referido no presente trabalho como Platô de Guarapuava, conforme já realizado por Nardy (1995) Nardy et al (2008) e Tratz (2009, 2017). A utilização do termo platô para este trabalho evita ainda que esta subunidade seja confundida pelo leitor com o Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 1968) (que corresponde à área total) e também é citado na literatura como planalto de Guarapuava.

Litologia de derrames x unidades de relevo

Tratz (2017) evidencia diferenças de relevo justificadas pela arquitetura dos derrames e formas vulcânicas ainda preservadas no Centro-Sul do Paraná. Para tal, utiliza terminologias específicas, expressas no quadro 1. A terminologia é a mesma utilizada em vários trabalhos realizados pela comunidade científica mundial.

No Brasil, a terminologia foi aplicada na tese de Waichel (2006) e artigo de Waichel et al, (2006), desde então, vem sendo utilizada em estudos que visam o reconhecimento e estruturação de derrames de basalto na Província Magmática do Paraná.

Quadro 1. Caracterização dos produtos vulcânicos associados às atividades vulcânicas efusivas reconhecidas na área

PRODUTOS VULCÂNICOS ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES VULCÂNICAS EFUSIVAS RECONHECIDAS NA ÁREA	
Derrames <i>pahoehoe</i> por Macdonald (1953)	<i>Pahoehoe</i> é um termo havaiano utilizado para descrever derrames com estrutura interna bem definida em crosta inferior, núcleo e crosta superior. Estes derrames apresentam superfícies lisas, onduladas ou em corda.
Classificação dos derrames <i>pahoehoe</i> por Walker (1971)	
Derrames <i>pahoehoe</i> simples	Formados por uma única unidade de fluxo, são também denominados de maciços.
Derrames <i>pahoehoe</i> compostos	São conformados por unidades de fluxo distintas sobrepostas umas sobre as outras.
Derrames e lobos por Waichel et al, (2006)	
Derrame	Expressão utilizada para descrever um fluxo de lava gerado por uma única e contínua efusão.
Lobo	Pequeno corpo de lava com forma de lobo em planta.
Conceito de Arquitetura de fácies	O conceito é fundamentado nos diversos tipos de derrames, diferenciáveis entre si externa e internamente em função de variações nas taxas de efusão, condições ambientais e topográficas, (MC DONALD, 1953; WALKER, 1971; SELF et al, 1997; SELF et al, 1998; WAICHEL, 2006; WAICHEL et al, 2006; ROSSETI, 2011).

Fonte: Dados extraídos de: Macdonald (1953); Walker (1971); Self et al, (1997); Self et al, (1998); Waichel (2006); Waichel et al, (2006); Rosseti (2011) *apud* Tratz 2017.

Aspectos Gerais e localização de Guarapuava no contexto geomorfológico

O município de Guarapuava está inserido em um dos mais extraordinários domínios da natureza do país, no Planalto das Araucárias e das Pradarias Mistas, descrito, pelas características singulares de seus planaltos com chapadões maciços e vegetação original, formada por campos, suntuosas florestas de araucárias e florestas subtropicais, (Ab' Saber, 2003), hoje praticamente substituídas por áreas agricultáveis.

Nas palavras de Ab Saber, (2003, p. 101).

[... ’’] De vez em quando, de permeio à altamente predada região das araucárias, surgem pequenos mosaicos de campos entremeados por bosquetes de pinhais, que oferecem uma das mais lindas paisagens do território brasileiro, Ab Saber, (2003, p.101) [... ’’].

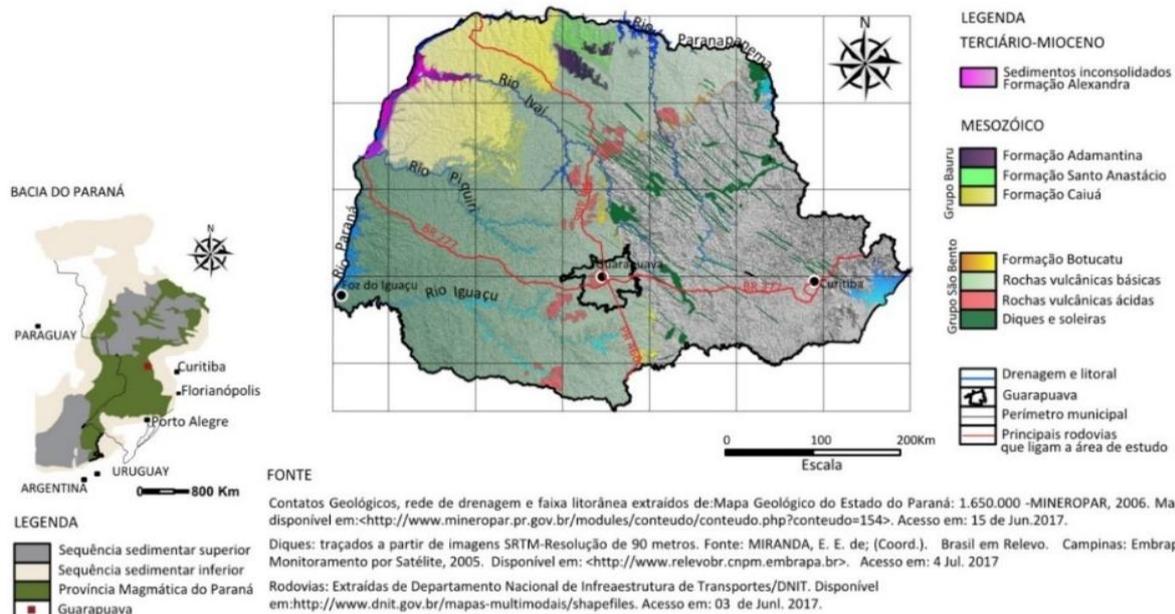
Nestas áreas, o relevo é influenciado, sobretudo, pelas fases de evolução do Arco de Ponta Grossa, uma vez que os processos de reestruturação tectônica em conjunto com processos denudacionais geraram descontinuidades estratigráficas e escalonamento do relevo em três grandes blocos (AB’ SABER, 2003).

Estes blocos são descritos e denominados por Maack (1968) no Paraná como: Primeiro, Segundo e Terceiro Planalto Paranaense. Guarapuava, pertence ao terceiro planalto, que se estende do reverso da Serra Geral, localmente conhecida como Serra da Esperança até a base do canyon do Rio Paraná, Figura 1 (MAACK, 1968, 2002).

Conforme Ab' Saber (1969, 2003), este planalto corresponde a uma superfície aplainada e alongada que indica relevo residual. Essa superfície foi formada em regime de clima subtropical úmido durante o Cenozóico por processos de etchplanação - rebaixamento por perda isovolumétrica do substrato rochoso e é mantida por perfis de alteração com mais de 4 m de espessura com solo húmico de 50 cm e distribuídas em escadaria (em decorrência dos derrames) (PAISANI et al, 2008).

Figura 1-Localização de Guarapuava no Paraná e principais formações litológicas

GEOLOGIA DO TERCEIRO PLANALTO PARANAENSE E CORPOS SUBVULCÂNICOS DA SERRA GERAL NO PARANÁ.



Fonte: Mapa Geológico em 1:650.000 modificado de MINEROPAR, 2006 - disponível em *shapefiles*.

Bacia do Paraná -Waichel (2006)

Configuração Tectônica, litológica e influência no relevo

Predominam na área alinhamentos estruturais antigos NE-SW NW- SE. Estes alinhamentos durante a fase de reativação tectônica no Gondwana III permitiram a ascensão e extravasamento do material vulcânico que hoje recobre a maior parte do município de Guarapuava (BIGARELLA et al, 1985; MELFI et al ,1988; ZALÁN et al, 1990).

Inclusive, Tratz (2017) associa estruturas circulares condicionadas por associações de fraturas anelares e radiais localizadas na interseção de dois feixes de lineamentos, NE-SW e NW-SE em Guarapuava à paleocaldeiras de vulcões em escudo. Controlados por estes lineamentos são observados na área importantes vales estruturais, como do Rio das Pedras, Jordão e Bananas, além de cuevas e bordas expressivas de patamar. São observados ainda lineamentos N 60° W N 65° W - Piquiri (ZALÁN et al, 1990; PAIVA FILHO, 2000). Nas áreas com maior controle tectônico há maior variabilidade de elementos geomorfológicos, como canyons, vales em v, drenagens em anfiteatro, celas e espigões.

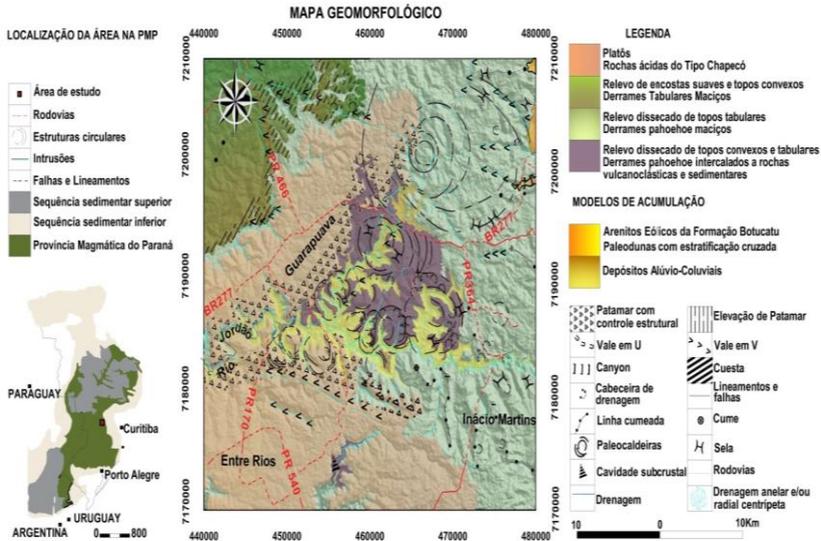
Bigarella et al, (1994), salienta que as características geomorfológicas da área estão subordinadas também às estruturas dos derrames em que as sequências deram lugar a plataformas estruturais que regulam a progressão da erosão.

Conforme Tratz (2017) é possível observar variações no padrão do relevo associadas à arquitetura-(empilhamento) dos derrames e também, a formas vulcânicas preservadas na região central da Província Magmática do Paraná, caso de estruturas

circulares que marcam o posicionamento de antigos centros vulcânicos em escudo, cavidades subcrustais e tubos de lava.

Em Guarapuava predominam os litotipos de origem vulcânica que são diferenciáveis de acordo com a composição química, estrutura e relevo: a) derrames pahoehoe correspondentes quimicamente ao Tipo Esmeralda, baixo titânio sul - (BTi-S); b) rochas ácidas do Tipo Chapecó, alto titânio norte - (ATi-N) e basaltos tabulares maciço alto titânio norte - (ATi-N), do tipo Pitanga, (NARDY, 1995; PAIVA FILHO, 2000; NARDY, 2008; LOPES, 2008; TRATZ, 2009, 2017). Vide mapa da figura 2.

Figura 2- Mapa Geomorfológico e características litológicas do entorno de Guarapuava



Fonte: Tratz (2017). Base Cartográfica: Imagem SRTM com resolução de 30 metros disponibilizada pelo TOPODATA/INPE. Organizado pela autora. Informações técnicas e cartográficas disponíveis na tabela 1 em procedimentos metodológicos.

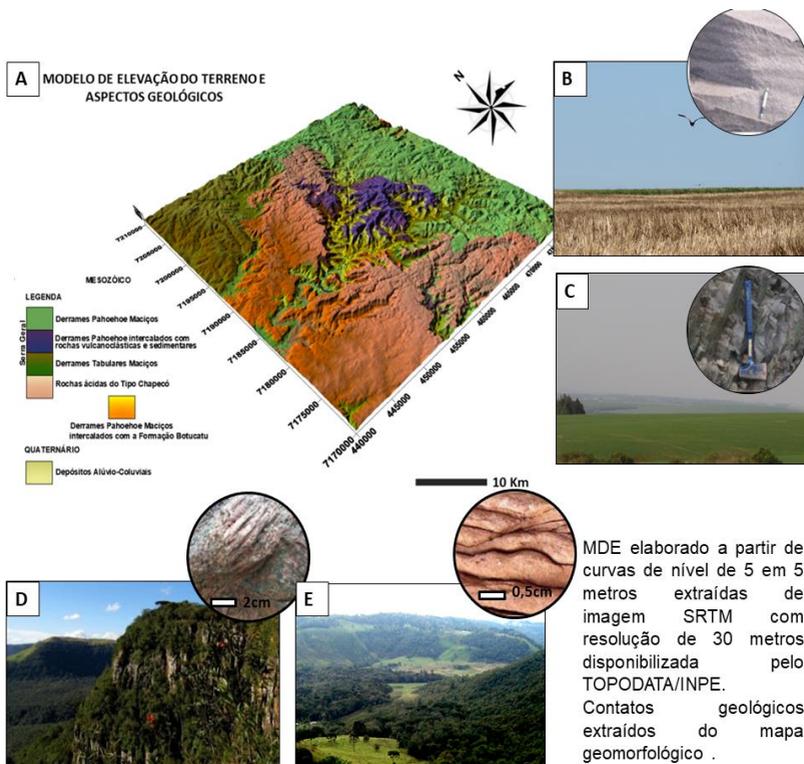
Correspondem as rochas ácidas do Tipo Chapecó -Ati-N - extensos platôs: Nestas áreas, predominam declividades próximas de 3%. Há baixa densidade de elementos geomorfológicos e de falhas e fraturas. Declividades maiores somente são observadas nos vales e zonas de contato com os derrames tabulares maciços e pahoehoe, onde o contato é marcado por uma borda de patamar estrutural bem definida. Praticamente todo perímetro urbano de Guarapuava assenta-se sobre o platô de nome homônimo.

Os derrames tabulares maciços do Tipo Pitanga - Ati-N - Conformam relevos de encostas suaves com topos ondulados e vertentes levemente convexas. Prevalecem declividades de 3 a 8%. Nas áreas mais dissecadas, com maior influência tectônica a declividade se aproxima de 20%. Assim como nas unidades ácidas apresentam baixa densidade de elementos geomorfológicos.

Relacionam-se aos relevos mais dissecados da área os derrames Pahoehoe -Bti-S . Nestas zonas, há maior influência tectônica e as declividades chegam a 45% nas cuevas e bordas de patamar. Os topos tabulares são característicos dos derrames maciços espessos da primeira sequência vulcânica, onde a espessura dos derrames chega a 70 metros, facilmente visualizados no Salto São Francisco. A última sequência de derrames é bem menos espessa e correlaciona-se também aos derrames compostos. Nestas áreas os topos são convexos e há maior variedade de elementos texturais de relevo.

Intercalam-se aos derrames pahoehoe da última sequência depósitos vulcanossedimentares que incluem: a) arenitos finos e siltitos com estratificação plano-paralela e cruzada pouco desenvolvida, como o da imagem. É comum a presença de piroclastos ressedimentados na matriz. 2) peperitos; e, em menor proporção. 3) hialoclastitos. Estes depósitos ocorrem nas margens ou preenchem estruturas circulares descritas como paleocaldeiras. Na figura 3 é possível observar os aspectos litológicos e de relevo.

Figura 3- Aspectos litológicos e de relevo de Guarapuava-PR.



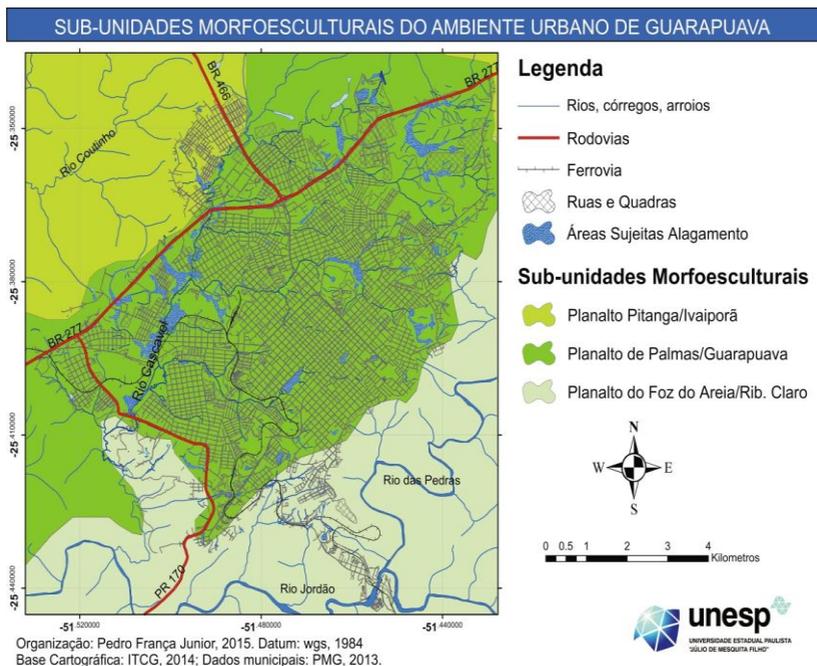
(A) Modelo de elevação do terreno. (B) Áreas de baixa declividade-Platô de Entre Rios e rocha ácida do Tipo Chapecó com bandeamentos característicos. (C) Relevo suave associado aos derrames tabulares maciços e imagem correspondente à disjunções colunares, características destes derrames. (D) Topos tabulares comuns aos derrames pahoehoe espessos da primeira sequência vulcânica e imagem de uma superfície cordada desses derrames. (E) Estrutura circular atribuída a paleocadeiras de vulcões em escudo, no interior e margens das estruturas são observados os depósitos vulcanossedimentares como o representado, formado por arenito fino e siltito com estratificação cruzada. Informações extraídas de Tratz (2017).

Características do relevo do ambiente urbano de Guarapuava

A maior parte do perímetro urbano de Guarapuava foi construído sobre um Platô de rochas vulcânicas ácidas do Tipo Chapecó. Os platôs caracterizam unidades de relevo plano em altos topográficos e são sustentados por rochas ácidas afíricas, correspondentes ao tipo Palmas ou porfiríticas correspondentes ao Tipo Chapecó, como as que ocorrem na área (NARDY et al, 2008).

Somente as áreas mais periféricas situam-se em terrenos sustentados por unidades básicas representadas no mapa da figura 4 pelos planaltos de Pitanga/Ivaiporã e Planaltos do Foz do Areia/Ribeirão Claro.

Figura 4- Sub-unidades morfoesculturais do ambiente urbano de Guarapuava conforme proposta de Santos *et al* (2006)



Org. França Junior, 2016.

Quanto às formas do relevo da área urbana de Guarapuava, resumidamente, MINEROPAR (1992) descreve como uma superfície topograficamente suave, com inclinação geral para o oeste. No perfil da figura 5 é possível observar às variações topográficas, litológicas, estrutura de solos e a hidrografia. As altimetrias encontram-se no sentido leste-oeste da área urbana.

No platô a densidade de elementos geomorfológicos é baixa e as formas variam de plana a colinas baixas. As vertentes em geral são convexas e terminam em planícies aluviais de fundo de vale. As altitudes variam aproximadamente de 1.010m, no nível de base do rio Cascavel, até cerca de 1.125 m, nos pontos mais elevados da Cuesta do Jordão, conhecida localmente como Serrinha do Jordão (figura 6). Nas áreas correspondentes às unidades básicas há maior densidade de elementos geomorfológicos e declividades maiores, como nos Vales do Rio das Pedras e Jordão (TRATZ, 2017).

Figura 5- Perfil transversal apresentando características geomorfológicas, geológicas, pedológicas e hidrológicas da área urbana de Guarapuava

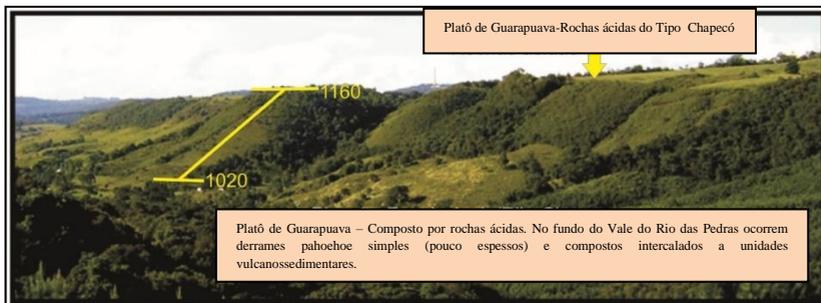


Org. França Junior, 2016

Tratz (2017) confronta as características litológicas para explicar a variação morfológica do município de Guarapuava:

Estando os derrames tabulares maciços do Tipo Pitanga-ATi correspondentes aos planaltos de Pitanga\ Ivaiporã (Figura 4) associados a relevos de encostas suaves e vertentes levemente convexas.

Figura 6 - Borda de patamar estrutural com áreas mais elevadas e planas, onde está localizado o platô de Guarapuava, sustentado pelas rochas ácidas do tipo Chapecó. Nas partes baixas, rochas básicas com nível de erosão diferencial arrasada.

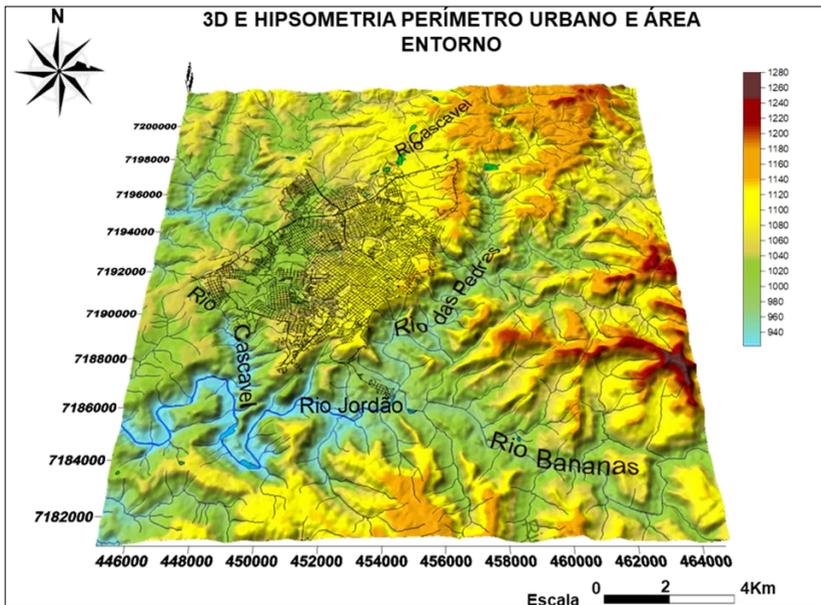


Fonte: Com base na pesquisa de Tratz (2017)

As áreas sustentadas pelas rochas ácidas do tipo Chapecó, ATi-N correspondem ao platô de Guarapuava (Figura 7). Nestas áreas, o relevo apresenta modelado plano com baixa declividade. As baixas declividades são atribuídas a fatores como: a colocação

do magma sobre um paleorelevo plano, como denota os acamamentos ígneos (Nardy et al, 2008), a menor densidade de falhas e fraturas e maior resistência das rochas à erosão (TRATZ, 2017). Quanto maior a densidade de falhas e fraturas no relevo, maior a suscetibilidade à erosão.

Figura 7-Modelo Digital de elevação e a hipsometria, com destaque para o perímetro urbano de Guarapuava.



Organizado por Tratz 2017. Perímetro urbano, rede de drenagem e vias de acesso: Prefeitura Municipal de Guarapuava 2002.

Declividades mais acentuadas somente são observadas em vales e nas zonas de contato com os derrames básicos do tipo pahoehoe. As zonas equivalentes aos derrames pahoehoe estão

representadas no mapa da figura 7 pelos planaltos de do Foz do Areia/ Ribeirão Claro. Nestas áreas, a morfologia é marcada por expressivas bordas de patamares e cuestras. A densidade de elementos texturais do relevo também é bem maior, sobretudo quando comparada as duas outras subunidades descritas (TRATZ, 2017).

O relevo do bairro Olarias é marcado por uma depressão relativamente circular composta por derrames pahoehoe interpretada por Tratz (2017) como a expressão em superfície de paleovulcões em escudo, no centro da estrutura foram reconhecidos sistemas com pequenos diques e apófises cortando rochas vulcanossedimentares com piroclastos na matriz.

Formas e Unidades

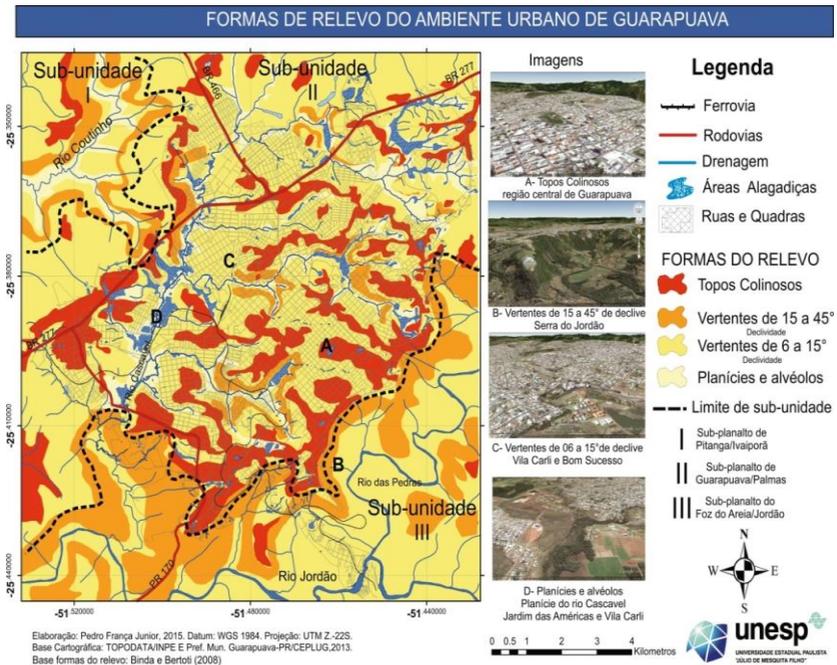
A área urbana de Guarapuava está praticamente assentada na sub-unidade II e o bairro do Jordão na Sub-unidade III, conforme o mapa da figura 8. Por isso, estas áreas foram priorizadas nas descrições.

O Planalto de Palmas/Guarapuava, figura 8 por MINEROPAR (2006), ou também denominado de Platô de Guarapuava por Nardy et al (2008), Tratz (2009, 2017) foram mapeados no setor urbano por Binda e Bertoti (2008), que descrevem que cerca de 60% da área da área urbana está situada em altitudes entre 1.020 e 1.080 m. Essas ocorrem em ambos os lados do rio Cascavel e no divisor d'águas entre as bacias hidrográficas dos rios Jordão e Coutinho. Altitudes superiores 1.080-1.164m ocorrem em aproximadamente 30%,

principalmente no extremo oeste do perímetro urbano, limitadas pelo lineamento (NE-SW) da falha do rio das Pedras.

As altitudes inferiores (920-1020) estão restritas a 15% da área total do perímetro e encontram-se situadas na planície aluvial do rio Cascavel, embora ocorram na Vila Jordão após a ruptura de declive da falha do rio das Pedras (Serra do Jordão), vide mapa da figura 8.

Figura 8- Mapa das formas e unidades de relevo do ambiente urbano de Guarapuava



Fonte: França Junior, 2016.

Binda e Bertoti (2008), ainda descrevem que o perímetro urbano de Guarapuava apresenta, aproximadamente 80% de sua área em áreas com declividades que se situam entre 0 a 12%, estas consideradas de muito fraca a fraca fragilidade ambiental. Ocorrem preferencialmente nos topos suavemente convexizados, vertentes com declividades tênues (6 a 12% de declividade) e nas planícies de inundação dos rios, sobretudo, do Rio Cascavel.

Cada subunidade possui características intrínsecas: padrão de relevo, altitudes, substrato rochoso, hidrografia, solos, atividade antrópica, uso e ocupação, cobertura vegetal, morfodinâmica predominante que podem ser melhor analisadas no quadro 2.

Quadro 2 - Características das subunidades de relevo do ambiente urbano de Guarapuava.

Unidade Morfoestrutural - Bacia Sedimentar do Paraná							
Unidade Morfoestrutural - Terceiro Planalto Paranaense - (M.A.A.C.K., 1968).							
Descrição geral baseado em MINEROPAR (2006) Subunidade Morfoescultural I Planalto Pitanga/ vaipora							
Descrição geral: Derrames tabulares maciços. Solos: Latossolos, vertentes: média dissectão, alongadas convexas e vales em V baixa com moderada vulnerabilidade à erosão.							
Formas do Relevo	Altitudes (m) e declividades (%)	Padrão de Relevo	Substrato Rochoso Hidrografia	Solos	Atividade antrópica Uso e ocupação	Cobertura vegetal	Morfodinâmica predominante Feição tecnogênica
Topos colinosos	1.040-1.060 m declividade de 0-3; 3-6; 6-12	Topos planos em colinas	Basaltos tabulares maciços correspondentes ao Tipo Ptanga - Alt-N Bacia do rio Coutinho	Latossolos Brunos	Agricultura	Culturas temporárias e APP	Erosão Tecnogênico modificado - solos com acréscimos de substâncias e mudanças físicas de densidade e porosidade
Vertente de 15 a 45° de declividade	950 - 1.000 m	Vertentes de 12 a 20% dissectões retilíneas, côncavas e convexas.	Basaltos tabulares maciços correspondentes ao Tipo Ptanga - Alt-N Bacia do rio Coutinho	Nitossolos/ Neossolos	Agricultura	Culturas temporárias e APP	Erosão Tecnogênico modificado - solos com acréscimos de substâncias e mudanças físicas de densidade e porosidade.
Vertentes de 6 a 15% de declividade	950-1.060 m 6-12; 12-30 e acima de 30%	Vertentes suavemente convexizadas, terminando em planícies	Basaltos tabulares maciços correspondentes ao Tipo Ptanga - Alt-N Bacia do rio Coutinho	Nitossolos, Cambissolos e Neossolos Litólicos	Agricultura; Pecuária	Culturas temporárias; Gramíneas	Erosão Tecnogênico modificado - solos quimicamente e mecanicamente alterados.
Planícies e aluviões	900-950 m 6-12%	Planície fluvial acompanhando os derrames com rupturas de base	Basaltos tabulares maciços correspondentes ao Tipo Ptanga - Alt-N Bacia do rio Coutinho	Orgiússolos	Agricultura; pecuária; APP	Mista galeria e com presença de gramíneas do tipo Campo Estepe	Depósitos tecnogênicos, induzidos sedimentares.
Descrição geral baseado em MINEROPAR (2006) Subunidade morfoescultural: II - Planalto de Palmas/ Guarapuava, Platô Entre Rios/Pinho (Tratz, 2009)							
Características gerais: Rochas ácidas do tipo Chapecó -JKSG; Solos: Latossolos; baixa vulnerabilidade à erosão;							
Formas do Relevo	Altitudes (m) e declividades (%)	Padrão de relevo	Substrato rochoso hidrografia	Solos	Atividade antrópica Uso e ocupação	Cobertura vegetal	Morfodinâmica predominante Feição tecnogênica
Topos colinosos	1.080-1.160 m 0-3 e 3-6%	Extensas áreas planas, colinas amplas e alongadas.	Rochas ácidas do Tipo Chapecó Bacia do rio Cascavel	Latossolos Brunos	Urbanização e áreas de lazer	Não se enquadra	Impermeabilização. Pequenos aterros e cortes de talude Estes não são totalmente planos, possuem pequenas saliências, resultantes de cabeceiras em berço no processo de colmatagem.
Domínio das vertentes de 15 a 45% de declividade	1.025-1.125 De 12 a 20%	Vertentes retilíneas com declividade média à baixa vertente	Rochas ácidas do tipo Chapecó. Bacia do rio Cascavel.	Nitossolos e Neossolos Litólicos	Urbanização Áreas federais	Mista	Impermeabilização, escoamento superficial. Cortes de talude aeração e degradação
Domínio das vertentes de 6 a 15% de declividade	1.040-1.080 m 6-12 e 12 a 30%	Vertentes Côncavo-Convexas	Rochas ácidas do Tipo Chapecó Bacia do rio Cascavel	Nitossolos e Neossolos	Urbanização; área militar; e parques	Mista	Escoamento superficial, cortes e aterros. Grandes cortes e aterros para nivelamento de superfície
Planície aluvial e aluviões	1.000-1.040 m 0-3%	Planícies, áreas alagadas e represadas	Rochas ácidas Tipo Chapecó Bacia do rio Cascavel	Gleissolos/ Orgiússolos	APP, represas, ocupação irregular	Gramíneas e vegetação arborea	Terrão de agradado e deposição fluvial. Depósitos tecnogênicos induzidos e construídos, bota-fora e lançóis de aterramento.
Descrição geral baseado em MINEROPAR (2006) Subunidade morfoescultural III - Planalto do Foz do Arari/Ribeirão Claro							
Rochas básicas correspondentes aos derrames pahoehoe ; solos predominantes - Neossolos; relevos com vertentes alongadas retilíneas, côncavas, e vales em degraus com alta vulnerabilidade à erosão; movimentos de massa e queda de blocos;							
Formas do relevo	Altitudes (m) e declividades (%)	Padrão de relevo	Substrato Rochoso Hidrografia	Solos	Atividade Antrópica Uso e ocupação	Cobertura Vegetal	Morfodinâmica predominante Feição Tecnogênica
Topos colinosos	1.060-1.080m 3-6 a 6-12%	Cumes Côncavos	Derrames pahoehoe correspondentes ao Tipo Esmeralda-BTI-S Rio das Pedras e Jordão.	Neossolos Litólicos	Pequenos aglomerados urbanos; agricultura de subsistência Agropecuária.	Pastagem, Silvicultura; APP;	Erosão laminar; piping.
Vertentes de 15 a 45° de declividade	980-1.120m 15-30 e acima de 30% de declividade	Serra do Jordão Vertentes íngremes e onduladas	Derrames pahoehoe correspondentes ao Tipo Esmeralda-BTI-S. Rios das Pedras e Jordão Depósito de talus na base da serra.	Neossolos Litólicos	Pequenas ocupações residenciais; Faculdade; Chácara e áreas de APP's.	Floresta; estradas; pastagens	Erosão laminar; escorregamento induzido rolamento; Faixões de degradação, a partir do corte de taludes para construções divisórias de alto padrão.
Vertentes de 6 a 15° de declividade	980-1.040 12-20; 20-30; e acima de 30%	Vertentes curtas e com alto grau de dissectão	Derrames pahoehoe correspondentes ao Tipo Esmeralda-BTI-S. Rios das Pedras e Jordão.	Neossolos Litólicos Depósito de talus no sopé das vertentes	Agropecuária; APP; Silvicultura	Florestas pastagens	Transporte de materiais por rolamento; Erosão laminar; Depósito de talus na base das vertentes; Terreno tecnogênico de degradação-escavado; Cortes de terra (pastagem)
Planície Aluvial	900-980 m De 6 a 15% Neste compartimento não ocorrem planícies, pois os rios são encaixados em seus vales	Planície fluvial acompanhando os derrames com rupturas de base	Derrames pahoehoe correspondentes ao Tipo Esmeralda-BTI-S. Rios das Pedras e Jordão.	Neossolos Litólicos, Orgiússolos	APP; Parque do Jordão	Florestas pastagens	Erosão marginal dos rios e deposição; Depósitos tecnogênicos de agradado sedimentar induzido aluvial - formada por estradas rurais (Cunha, 2011)

Fonte: autores, 2020.

Relevo x fragilidade ambiental

O Planalto de Palmas/Guarapuava, por MINEROPAR (2006), ou também denominado de Platô Entre Rios/ Pinhão por Tratz (2009, 2017), foi mapeado no setor urbano por Binda e Bertoti (2008), e descrevem que cerca de 60% da área da área urbana está situada em altitudes entre 1.020 e 1.080 m. Essas ocorrem em ambos os lados do rio Cascavel e no divisor d'águas entre as bacias hidrográficas dos rios Jordão e Coutinho.

Altitudes superiores 1.080-1.164m ocorrem em aproximadamente 30%, principalmente no extremo oeste do perímetro urbano, limitadas pelo lineamento (NE-SW) da falha do rio das Pedras. As altitudes inferiores (920-1020) estão restritas a 15% da área total do perímetro e encontram-se situadas na planície aluvial do rio Cascavel, embora ocorram na Vila Jordão após a ruptura de declive da falha do rio das Pedras (Serra do Jordão).

Os autores ainda descrevem que o perímetro urbano de Guarapuava apresenta, aproximadamente 80% de sua área em áreas com declividades que se situam entre 0 a 12%, estas consideradas de muito fraca a fraca fragilidade ambiental. Ocorrem preferencialmente nos topos suavemente convexizados, vertentes com declividades tênues (6 a 12% de declividade) e nas planícies de inundação dos rios, sobretudo, do rio Cascavel.

De acordo com MINEROPAR (1992), de modo geral tem boas condições para o uso e ocupação, restringindo-se às áreas sujeitas a inundações (setor das planícies e alvéolos), erosão acelerada e áreas de alta declividade (vertente de 15 a 45% de declividade). Na Tabela 1, desenvolvida pelo mesmo órgão, é possível destacar as classes de declividade com indicações genéricas de adequabilidade e restrições para o planejamento.

Tabela 1- Classes de declividade e indicações para o planejamento em Guarapuava

Intervalos	Inclinações	Indicações para o planejamento
0 a 2,5%	0 a 1°26'	Áreas com baixa declividade. Restrições à ocupação por dificuldade no escoamento de águas superficiais e subterrâneas.
2,5 a 5%	1°26' a 2°51'	Áreas com baixa declividade. Dificuldade na instalação de infraestrutura subterrânea tais como rede de esgoto e canalizações pluviais.
5,0 a 10%	2°51' a 5°42'	Áreas com média declividade aptas à ocupação, considerando-se as demais restrições como espessura dos solos, profundidade do lençol freático, etc.
10 a 20%	5°42' a 11°18'	Áreas com média à alta declividade. Ocupação com critérios técnicos adequados, considerando-se as demais restrições.
20 a 30%	11°18' a 18°26'	Áreas com alta declividade. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de loteamentos.
Acima de 30°	Acima de 18°26'	Áreas com altíssima declividade. Inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.

Fonte: MINEROPAR, (1992)

Conforme Binda e Bertoti (2008) pouco mais de 15% do perímetro urbano encontra-se em áreas entre 12 a 20%, ou seja, em áreas com média fragilidade ambiental. As áreas de fragilidade ambiental de forte a muito forte, ou seja, superior a 20%, encontram-se em locais mais dissecados do relevo, ocorrendo principalmente nas cabeceiras de drenagem; nos segmentos de contato de um setor mais plano para outro, e nos

setores próximos à ruptura de declive do rio das Pedras e do rio Cascavel.

Os autores citam que o bairro Olarias no setor ao sul da área urbana apresenta aproximadamente 25% de sua área em condições de forte a muito forte grau de fragilidade ambiental (>20%). Outros setores do perímetro urbano merecem atenção redobrada, principalmente, na implantação de novos loteamentos, esses locais encontram-se no extremo sul do bairro Boqueirão, a oeste do bairro Morro Alto e também próximo ao seu limite com o bairro São Cristóvão, no setor sudoeste do imóvel Morro Alto e porção sul do bairro Alto Cascavel (Figura. 9).

Figura 9 - Carta de declividade do ambiente urbano de Guarapuava

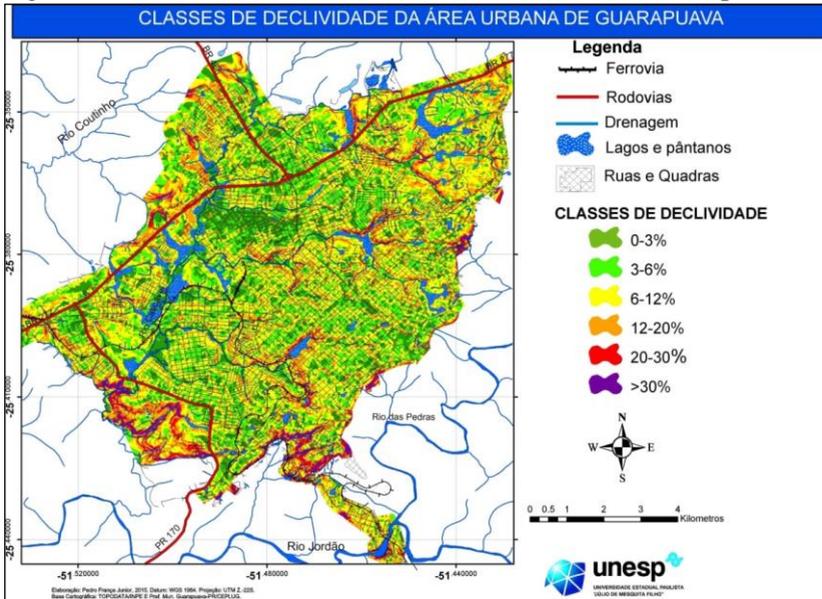
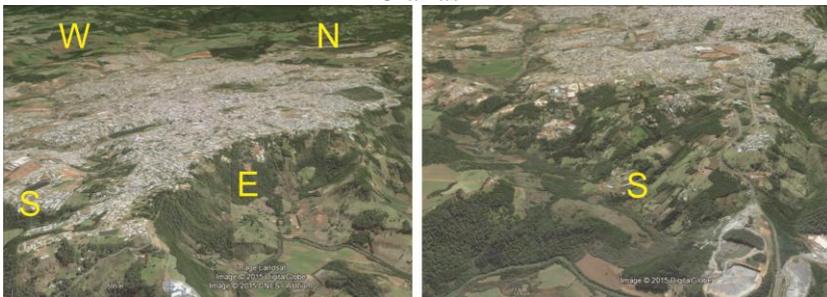


Figura 10 - Visão em perspectiva dos bairros dos setores leste-Mirante do Jordão (E) e sul da área urbana de Guarapuava – Setor Olarias

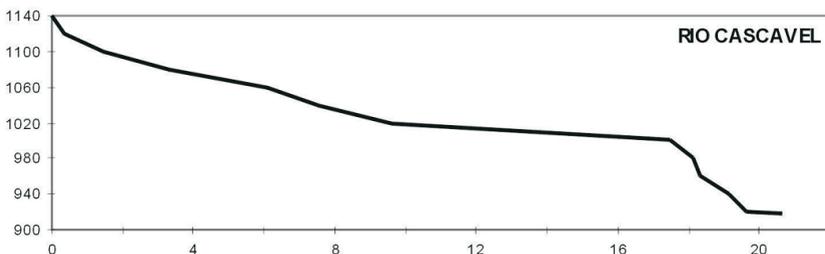


No perímetro urbano de Guarapuava, há uma predominância das encostas com exposição para oeste, as quais ocupam cerca de 30,52 % da área. Isso se deve à assimetria dos divisores d'água da bacia do rio Cascavel que têm encostas mais desenvolvidas na margem esquerda, ao passo que as encostas com orientações para leste restringem-se a 14,80% da área urbana de Guarapuava. Já as orientações norte e sul apresentam valores muito próximos, 24,35% e 22,61% da área, respectivamente. Áreas planas restringem-se a 7,75% da área total do perímetro urbano (BINDA e BERTOTI, 2008).

Quanto às planícies encontradas nas bacias hidrográficas urbanas, Lima (2011) destaca que o perfil longitudinal do rio Cascavel apresenta escalonamentos, ou seja, o canal tem kinickpoints (níveis de base) que geram no relevo alternância de trechos declivosos e outros mais suaves, relacionados ao controle litológico.

Dessa forma, as planícies alagadiças desenvolvem-se de forma não contínua. E isso favorece baixa declividade nos trechos finais dos canais de contribuição de 0,001 a 0,005 m/m, que se caracterizam pela maior sinuosidade dos canais (LIMA, 2011) (figura. 11).

Figura 11- Perfil longitudinal do rio Cascavel



Fonte: LIMA, (2011)

Observando as características das áreas descritas como planície e alvéolos na subunidade II, pode-se ponderar que existem três níveis de planície. No primeiro nível de jusante para montante, a planície ocorre entre as cotas 1.000-1.015 m e contém grandes áreas de planície no baixo rio Cascavel. No segundo nível, o escalonamento é diferenciado em cada sub-bacia. No arroio Carro Quebrado, entre as cotas de 1.060 e 1.067, no arroio da chácara é de 1.030-1.035, respectivamente- no arroio Charquinho nas mesmas cotas.

Antecedendo as planícies e nas cotas superiores próximas as nascentes e em alguns casos diretamente nelas, ocorrem os alvéolos que correspondem ao terceiro nível de planícies. De acordo com Guerra (1993), os alvéolos são seções alargadas de um vale, geralmente entulhadas de sedimentos, que são produzidas pela existência de barras resistentes que ocasionam estrangulamento no final destas. Esses estrangulamentos foram formados por erosão diferencial das bacias, facilitada também pelo escalonamento do relevo pelos derrames e descontinuidades estratigráficas.

Os alvéolos, também podem ser reconhecidas por “planícies intermontanas em processo de colmatação natural” e no caso de Guarapuava, com o processo de urbanização na forma de colmatação “antrópica” com os terrenos preenchidos por depósitos tecnogênicos.

As cabeceiras de drenagem na forma de alvéolos, são áreas potenciais de serem represadas. Algumas ficam em meio à área urbana e outras peri-urbanas e servem de áreas de lazer para a população. Anteriormente a ocupação e represamento, a formação destes lagos correspondia a pequenas depressões encharcadas compostas por campo higrófilo e formações pioneiras nas áreas próximas aos canais. Próximo ao Bairro 2000

e áreas peri-urbanas ainda é possível verificar estas formas de relevo com poucas alterações antropicas.

As áreas pantanosas, brejos, fundo de vale em planícies é uma característica natural no que tange aos aspectos físicos do sítio urbano de Guarapuava. Conforme França Junior (2016) estes setores estão sendo gradativamente alterados e colmatados pelo processo urbanização. A ocorrer este processo, proporciona novas formas de relevo sob os ambientes naturais: os terrenos tecnogênicos, e que, a partir disso, uma nova camada de materiais está sobrepondo as planícies aluviais, permitindo a ocupação, mas principalmente por populações mais vulneráveis economicamente.

Conforme o autor, as áreas de planície, os fundos de vale, incluindo os alvéolos das nascentes, são os mais vulneráveis do ambiente urbano, mas ao mesmo tempo, são os locais mais comuns a desenvolverem os terrenos tecnogênicos. A construção destes terrenos, pode gerar, um falso positivo de estabilidade, pois umidade ainda está próxima devido a proximidade com o lençol freático. Conforme a Mineropar (1992) em áreas encharcadas em fundos de vale corresponde ao domínio dos Organossolos que são:

São solos extremamente compressíveis e colapsáveis (moles), com baixos valores de coesão e baixa capacidade de suporte de carga, o que inviabiliza tecnicamente a execução de obras sobre os mesmos (fundações, construções, aterros, obras enterradas ou escavadas, etc.)” Esses solos saturados, com nível freático raso ou aflorando, sujeitos a inundações e, quando drenados, sofrem alteração do seu volume original por retração, greteamento ou pastilhamento, o que favorece também recalques em fundações. Quando submetidos à secagem, perdem capacidade de reabsorção de água, formando

torrões, pequenos blocos irregulares e porosos, endurecidos e de baixa resistência (MINEROPAR, 1992, pg 32).

Quanto às outras unidades de relevo destacadas no mapa da figura 8, elas estão num processo de ocupação gradativo; na unidade I, têm-se a ocupação por culturas agropecuárias e indústria de papel, na saída para Pitanga; e na unidade III têm-se as ocupações irregulares nas vertentes dissecadas de alta fragilidade na passagem da unidade II para a III denominada Serra do Jordão, que se utilizam do aspecto visual da paisagem, principalmente dos vales dos rios da Pedras e Bananas para a construção de casas de alto padrão (figura 12).

Figura 12- Casas de alto padrão nas encostas em bordas de patamar no local conhecido como Serra do Jordão.



Fonte: França Junior, 2016.

Considerações Finais

O ambiente urbano de Guarapuava está situada num platô topográfico com características planas, em altitudes que variam de 1160m no Morro Alto até 960m no bairro do Jordão. Estas variações altimétricas estão relacionadas aos tipos de rochas basálticas, que variam de ácida a maciças. Foi nesse modelado plano com pequenas depressões de topo, que favoreceu o desenvolvimento urbano.

Ao mesmo tempo, neste ambiente urbano existem às áreas com fragilidade ambiental, que correspondem: aos alvéolos nos topos e nascentes; os fundos de vale e planícies; em áreas de declividades mais acentuadas com afloramentos rochosos e solos rasos; e com solos orgânicos que são colapsáveis e moles, onde o lençol freático está próximo da superfície. Nestas áreas não são recomendadas para a urbanização de moradias, mas servem como parques lineares, recreação, paisagista e esportivo.

Para uma questão de conhecimento, deve-se evitar a ocupação das áreas mais frágeis ambientalmente. Além disso, a criação dos terrenos tecnogênicos pode alterar dinâmicas do ambiente e contribuir para problemas de ordem econômica, num futuro próximo. Estes problemas podem ser da ordem: riscos de alagamento/enchentes, colapso de margens de rios, assoreamento e poluição ambiental entre outros relacionados aos tipos de forma do relevo.

Para os mais interessados em compreender o relevo do ambiente urbano de Guarapuava, pode verificar as referências e os links da pesquisa, baixar os artigos e se debruçar nas leituras.

Referências

AB' SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário.** Geomorfologia, São Paulo, n° 18, p. 1-23, 1969.

BINDA, A; MARCARELLO, L. V; SILVA, W.B. **Alterações Geomorfológicas no Perímetro Urbano de Guarapuava. Caminhos da Geografia.** V.10 n°32. UFV- Uberlândia-MG. 2009. <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/15879/8966/>

BINDA, Andrey Luis; BERTOTTI, Luiz Gilberto. **Mapeamento de características físicas do relevo da cidade de Guarapuava-PR utilizando técnicas de geoprocessamento.** Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 16, 2008. <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/11141>

FRANÇA JUNIOR, Pedro. **A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR.** Tese de Doutorado. UNESP, Presidente Prudente- SP. 2016. https://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/136280/3/francajunior_p_dr_prud.pdf

GOMES, M.F.V.B. **Trajatória socioambiental de Guarapuava: Leituras da paisagem.** Tese de Doutorado em Geografia- FCT-UNESP. Pres. Prudente-SP, 2009.

GOMES, M.F.V.B. **Cartografias da paisagem: trajetórias socioambientais de Guarapuava.** Editora Unicentro. Guarapuava, 2013.

LIMA, A. G. **Morfologia da rede de drenagem do rio Cascavel e sua potencial interação hidrosedimentar com o ambiente urbano de**

Guarapuava: notas preliminares. Revista Ciência e Natura- UFSM v.33 n.2. Santa Maria-RS, 2011.

MINEROPAR – FAMEPAR - Prefeitura Municipal de Guarapuava. Geologia do planejamento – **Plano Diretor de desenvolvimento urbano de Guarapuava.** Prefeitura Municipal de Guarapuava, 1992.

MINEROPAR- Minerais do Paraná. **Atlas Geomorfológico do Estado Do Paraná** - Escala base 1: 500.000; Curitiba, 2006. <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=55>

NARDY, A.J.R.; MACHADO, F.B.; OLIVEIRA, A.F de. **As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: Litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas.** Revista Brasileira de Geociências, v. 38, n.1, p. 26-33. 2008.

NUNES, J.O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada à escolha de áreas para a construção de aterro sanitário em Presidente Prudente-SP.** Tese de doutorado. UNESP, Presidente Prudente. 2002.

NUNES, J.O. R; FREIRE, R.; PEREZ, I. U. **Mapeamento Geomorfológico do perímetro urbano do município de Presidente Prudente-SP.** Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, p. 1-11, 2006.

PAISANI, J. C; PONTELLI, M. E; ANDRES, J. **Superfícies aplainadas em zona morfoclimática subtropical úmida no Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (SW Paraná/NW Santa Catarina): primeira aproximação.** Geociências (São Paulo), v. 27, n. 4, p. 541-553, 2008.

ROSS, J. L. S; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP: FFLCH/USP e IPT/FAPESP, 1997. Mapas e Relatório.

SANTOS, L.J. C; FIORI, C. O; CANALLI, N. E; FIORI, A. P; SILVEIRA, C. T; SILVA, J.M.F. ROSS, J. S. **Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná.** Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 7, nº 2 (2006) 03-12.

TRATZ, E. B. **As rochas vulcânicas da província magmática do Paraná, suas características de relevo e sua utilização como recurso mineral no município de Guarapuava.** Dissertação de Mestrado, programa de Pós-graduação em Geografia UFSC, Florianópolis- SC, 2009. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93324>

TRATZ, E. B.. **Geologia e geomorfologia das estruturas circulares na porção central da província magmática Paraná-Etendeka.** Tese de doutorado. 2017. Florianópolis- SC. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/186605>

VOLKMER, S; FORTES, E. **Análise preliminar da geomorfologia dos terrenos vulcânicos da região oeste do Estado do Paraná.** In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro 10 de 200

UNIDADE 3:

**DESCRIÇÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS
DO AMBIENTE URBANO E RURAL
DE GUARAPUAVA**

Terrenos tecnogênicos de agradação no ambiente urbano de Guarapuava

Pedro França Junior

Este capítulo tem como objetivo de descrever e classificar os terrenos tecnogênicos de agradação, ou seja, áreas com sobreposição de materiais, principalmente com atividades humanas produzindo o relevo.

De acordo com Peloggia et al (2014), os terrenos tecnogênicos de agradação correspondem às superfícies geomórficas, produzidas por processos de elevação topográfica por acumulação de material. Pode ser visto por ações diretas como de aterramentos, ou pela intensificação da deposição de sedimentos induzidos. Podem-se diferenciar os depósitos que formam os terrenos em construídos e induzidos, ou seja, por meio de processos geomorfológicos diretos e indiretos.

Os depósitos tecnogênicos construídos são os resultantes do transporte e deposição de materiais por intermédio do homem. Os tipos mais comuns são: aterros em geral - bota-foras, lençóis de aterramento (ações diretas). Nestes casos o homem intervém diretamente no condicionamento do terreno, com finalidade de agradar o terreno, ou seja, elevar seu nível topográfico com o objetivo de descartar resíduos e/ou dar condições estruturais para edificações.

Em Guarapuava centro sul do estado do Paraná, pode-se verificar uma distribuição irregular de terrenos tecnogênicos, formado direta e indiretamente pelas atividades antrópicas. Em São Paulo-SP, como descrito por Peloggia (1999) os pacotes de depósitos tecnogênicos possuem grandes espessuras (até 30 m), e

a cidade tem 460 anos de ocupação, com 12,2 milhões de habitantes (IBGE, 2019), o que a torna um ambiente urbano consideravelmente alterado. Considerando-se as idades e o tamanho dos ambientes, verifica-se que Guarapuava (200anos) está em processo de transformação, o que facilita a identificação do início dos ambientes tecnogênicos no ambiente urbano.

Na Inglaterra, os pesquisadores Price et al (2011) designam que os processos humanos e naturais raramente operam temporal e espacialmente isolados. Os processos antropogênicos contribuem para a evolução da paisagem, por meio da produção de terrenos artificiais, incluindo restos arqueológicos. Essa atividade humana modifica as paisagens por meio da remoção de rochas, solos e resíduos. Essas composições podem ser extremamente variáveis, tanto laterais como verticalmente, representando rápidas mudanças no uso da terra de uma localidade.

Como já descrito por França Junior et al (2018), que trata das pesquisas do Tecnógeno no Brasil, existem diversas manifestações desses terrenos e depósitos: deposições aluviais; garimpos-mineração; erosão acelerada; assoreamento de barragens, mas as de ocorrência de depósitos tecnogênicos na área de estudo são de origem de manifestações urbanas.

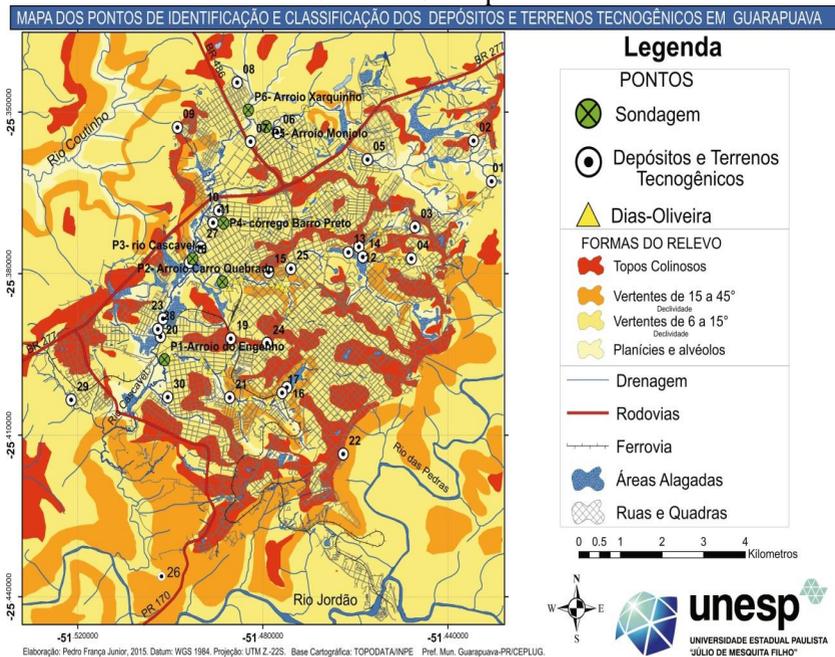
Ao serem percorridos diversos setores da topografia no ambiente urbano de Guarapuava, na busca de evidências tecnogênicas, França Junior (2016)

constatou que a maior parte dos depósitos identificados, se encontram nas áreas de planícies ou em setores de transição vertente-planícies de inundação ou em fundo de vale. Alguns pontos isolados correspondem às ocupações irregulares em áreas de cabeceira de drenagem, e em alvéolos, comuns de serem

encontrados na sub-unidade II do mapa das unidades de relevo do ambiente urbano (fig. 01).

França Junior (2016) identificou 30 pontos, com o número de ocorrências e a porcentagem correspondente de cada classe de terrenos conforme a metodologia de Peloggia et al (2014). No que tange aos terrenos tecnogênicos identificados, 27 pontos, ou seja, 90% são de agradação e apenas 3 de degradação (10%). Cabe salientar que os 30 pontos não são passíveis de representar todos os ambientes alterados do ambiente urbano de Guarapuava, por conta da distribuição irregular e quantidade, e pelos processos de urbanização que já encobriram com edificações alguns setores do sítio urbano (tabela 01).

Figura 1 – Mapa dos pontos com terrenos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava



Org. França Junior, 2016.

Quanto aos depósitos identificados nos terrenos tecnogênicos ou seja os “materiais” que compõem os terrenos, foram classificados conforme a metodologia integrada de Peloggia (1999) em: quanto sua gênese, construídos (resultantes da ação humana direta), ocorrendo em 22 (73%) casos, os induzidos (indiretos) são cinco (17%) e os remobilizados, três (10%) (de 2ª ordem). Quanto à composição, 13 pontos, 43% dos casos, correspondem a úrbicos (entulhos), e o restante, a uma mescla que contém: gárbicos (12%), espólicos (18%), líticos (13%) e sedimentares (13%). As estruturas, 14 (47%), são em

camadas, maciços irregulares 13 (43%), estratificados são dois casos (7%) e um em célula (3%). Quanto à forma de ocorrência, na maior parte, 13 (43%) casos possuem forma de maciços isolados (bota-fora) e lençóis de aterramento em 11 pontos (37%) e 3 casos cada de coluvioformes e aluvioformes (10% cada). Quanto aos ambientes, as maiores ocorrências no meio urbano, 14 (47%), e periurbanos, 12 (40%) casos, e 3 (10%) de antigos ambientes mineiros.

Tabela 1 - Síntese da identificação e classificação dos depósitos e tecnogênicos do meio ambiente urbano de Guarapuava

DEPÓSITOS	Gênese				Composição				Estrutura			Formas de Ocorrência		Ambientes				TERRENOS										
	CONSTRUÍDO	INDUZIDO	MODIFICADO	RETRABALHADO	REMOBILIZADO	ÚRBICOS	GÁRBICOS	ESPÓLICOS	LÍTICOS	SEDIMENTARES	ESTRATIFICADOS	EM CAMADAS	CÉLULAS	MACIÇOS IRREGULARES	MACIÇOS ISOLADOS	LENÇÓIS DE ATERRAMENTO	COLUVIOFORMES	ALUVIOFORMES	INDUSTRIAIS	MINEIROS	URBANOS	PERI-URBANOS	RURAIS	AGRADAÇÃO	DEGRADAÇÃO	MODIFICADO	MISTOS	
Pontos	1	1																										
2		1									1					1						1		1				
3		1																										
4		1																										
5		1																										
6		1																										
7			1																									
8				1																								
9		1																										
10		1																										
11		1																										
12		1																										
13		1																										
14		1																										
15																												
16				1																								
17																												
18		1																										
19		1																										
20		1																										
21				1																								
22		1																										
23		1																										
24		1																										
25		1																										
26		1																										
27		1																										
28		1																										
29		1																										
30		1																										
Ocorrência	22	5	0	0	0	3	13	4	6	4	4	2	14	1	13	13	11	3	0	3	0	0	15	12	0	27	3	0
Potencial	73	17	0	0	10	43	13	18	13	13	7	47	3	43	43	37	10	10	0	10	50	40	0	90	10	0	0	

Fonte: França Junior, 2016

Para se explicar as principais feições observadas, agruparam-se os pontos conforme o tipo de terreno tecnogênico: agradação, e dividido conforme sua forma de ocorrência: maciços isolados- “bota-fora”; lençóis de aterramento (processos diretos); e aluvioformes (processos indiretos)⁷- ambientes lacustres que acumulam sedimentos aluvionares: lagos e planícies.

a- Maciços isolados ou depósitos de “bota-fora”

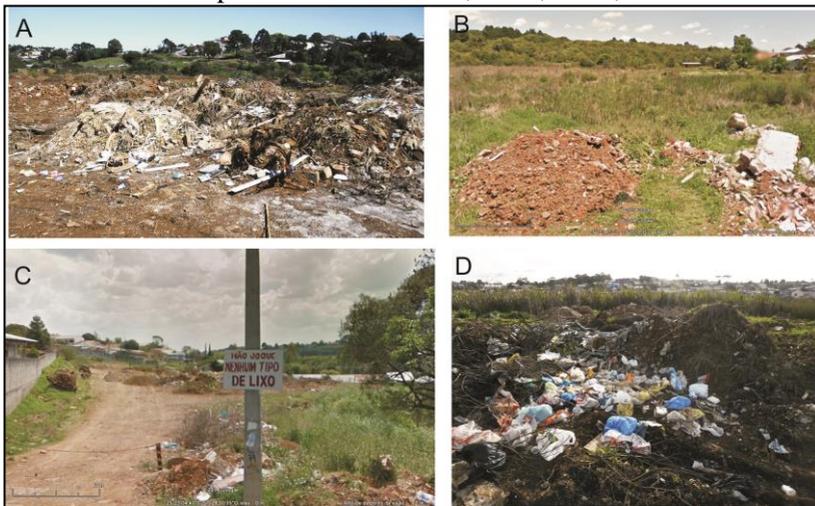
Como descrevem Chemekov (1983) e Ter-Stepanian (1988) apud Peloggia (1998), os depósitos tecnogênicos são marcados por sua grande variedade, feições diferenciadas claras, diversidade de composição e grande variação de espessura. Os depósitos de bota-fora correspondem a essa afirmação, pois variam na sua forma, gênese, ambiente e material constituído.

Os “bota-foras” são os locais com que são usados o descarte de restos de materiais, lixo, entulho, móveis, eletrônicos etc. De acordo com Figueira (2007), a grande maioria dos ambientes produzidos é marcada por processos de deposição dos resíduos sólidos em locais que já foram objeto de um processo tecnogênico anterior. Os ambientes mais escolhidos para essa ação, estão ligados principalmente a locais inservíveis à população, ou objeto de depreciação ambiental tais como: terrenos “baldios”, voçorocas, áreas públicas, fundos de vale e várzeas.

⁷ Cabe-se destacar, que as sondagens com depósitos tecnogênicos induzidos aluviais das sub-bacias não estão entre os 30 pontos classificados, inclui-se ali apenas os depósitos de assoreamento, para fim de explicação do processo de assoreamento e desassoreamento.

Em Guarapuava esses ambientes são comuns de serem encontrados pelas características morfológicas do sítio urbano, neste caso o setor das planícies, em fundos de vale (fig. 01). A seguir ilustra-se quatro pontos representativos de bota-foras na área urbana que serão descritos na sequência (Figura 2).

Figura 2 - Depósitos tecnogênicos de bota-fora na área urbana de Guarapuava. Pontos: A- 17; B-13; C-25; D-29



Org. França Junior, 2016.

A figura A (fig. 02)- ponto 17 no mapa da figura 01- Terreno tecnogênicos de agradação formada por processo direto composto por depósitos tecnogênicos remobilizados de 2ª ordem, construídos, de origem aluvial sedimentar em forma de maciços isolados em ambiente urbano.

Estes depósitos de bota-fora à jusante do Parque do Lago, foram criados num relevo de transição de vertente íngreme para planície. Em 2014 foram feitas obras de terraplanagem, o que

dificultou a visualização e a interpretação acurada de como era o relevo anteriormente. O ponto passou por diversos tipos de aterramento, com uma variação significativa de camadas de depósitos tecnogênicos, que era alvo constante de diversas formas de “bota-fora” com despejo de materiais (gárbicos, úrbicos, espólicos), como lixo, resíduos de construção, solos e etc. Cabe destacar que neste mesmo local, foram alocados os depósitos aluvionares de assoreamento, remobilizados do reservatório do Parque do Lago (montante do ponto) e que posteriormente foram espalhados em forma de aterramento sobre os depósitos de bota-fora que já se encontravam no local (França Junior, 2016).

Figura B (fig. 02)- Ponto 13 (fig. 01)- são terrenos tecnogênicos de agradação, formado por processos diretos. Correspondem a depósitos tecnogênicos construídos de composição úrbica/gárbica em maciços isolados, do tipo de bota-fora. São vistos como restos de entulhos, amontoados na planície de inundação do arroio Carro Quebrado, que poderá servir de base para o avanço da urbanização.

Figura C (Fig. 02)- Ponto 25 (fig. 01)- depósito de “bota-fora” no bairro Bom Sucesso, próximo à rodoviária. São terrenos tecnogênicos de agradação, formado por processos diretos. Correspondem a depósitos tecnogênicos construídos de composição úrbica/gárbica em maciços isolados, do tipo de bota-fora. O ponto fica numa antiga pedreira, num fundo de vale próximo do arroio Carro Quebrado, e os depósitos são para o nivelamento do terreno e descarte de entulhos. No ponto, até se colocou uma placa, para se evitar o lançamento de depósitos que contenham resíduos domésticos (lixo).

Figura D- Ponto 29 - Terreno tecnogênico de agradação, sob terreno natural de várzea/Orgânossolos. Corresponde a depósitos construídos diretos, em maciços isolados do tipo bota-

fora, constituídos por materiais gárbicos, espólicos e lixo industrial.

Esse bota-fora ocorre na área de planície do rio Cascavel, próximo ao Jardim das Américas. Esse ambiente inunda frequentemente pela oscilação do lençol freático e cheias do rio Cascavel. Carroceiros e caminhões despejam diversos materiais, sem critérios técnicos nem fiscalização. Este depósito de bota-fora na planície de inundação do rio Cascavel, é um ponto corresponde a um ambiente de várzea, com todos os tipos de materiais tecnogênicos misturados.

Genericamente, no que tange à classificação integrada de Peloggia (1999), os bota-foras podem ser considerados depósitos tecnogênicos construídos, úrbicos e espólicos em maciços irregulares em ambientes urbanos, formados por processos agradativos diretos que correspondem aos terrenos tecnogênicos de agradação.

b-Lençóis de aterramento

Uma união de “bota-foras” pode dar início a uma nova forma de terreno tecnogênico: os lençóis de aterramento. São lençóis, pois gradativamente vão capeando as antigas superfícies: solos, várzeas⁸, cortes em vertentes, substituídos com um material alóctone. Estas superfícies, mudam a configuração local, mudando inclusive a cota topográfica.

Para efeitos de comparação, em São Paulo nos rios Tietê e Pinheiros as planícies aluviais meândricas ganharam uma nova camada, que as transformou num terraço, um “terraço antrópico”. Como cita Peloggia (1998 p.88),” nessas áreas, o entulhamento

⁸ no caso de uma planície de inundação, solos Hidromórficos, Orgânosolos

das várzeas principais aconteceu, e acontece mais por, assoreamento, aterramento (depósitos tecnogênicos construídos, em geral úrbicos), concomitantemente às intervenções de retificação e canalização”.

No que tange às condições ambientais em São Paulo, até lixo (depósito gárbicos) foi utilizado como material de aterro, principalmente nas várzeas e em pontos da periferia urbana, sistematicamente incorporada à cidade em seu processo de expansão (PMSP, 1992 apud Peloggia, 1998).

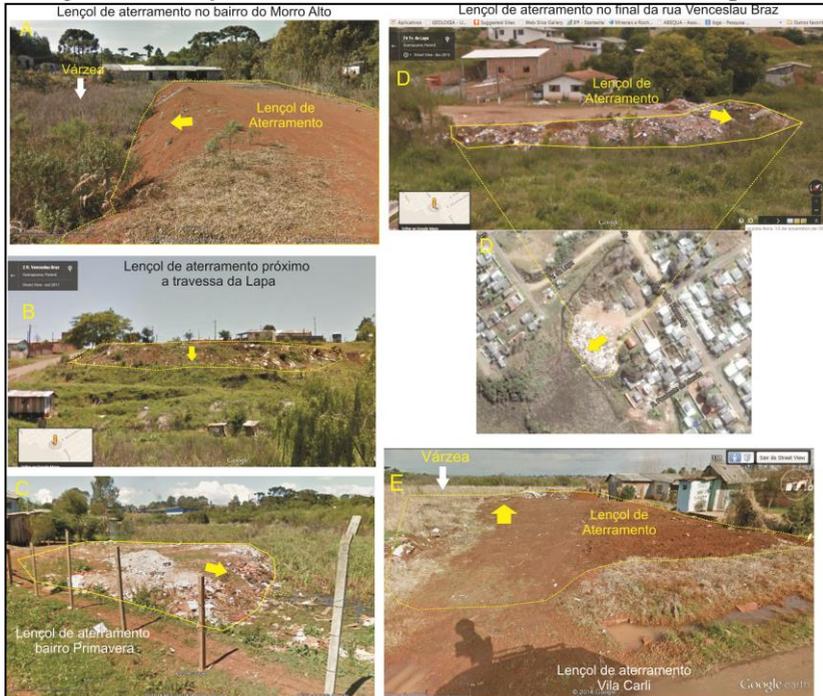
Em Guarapuava, como já citado por MINEROPAR (1992) e, posteriormente, por Gomes (2009, 2013) e Dias-Oliveira (2012), ocorre à ocupação das áreas mais sujeitas a problemas ambientais. Essas áreas com declividades acentuadas (vertentes acima de 12% de declividade cabeceiras de drenagem, alvéolos e planícies de inundação (fig. 01), são considerados ambientes frágeis do ponto de vista ambiental para o estabelecimento de edificações. Além disso, em áreas com Neossolos Litólicos e com afloramento de rochas, também podem ser considerados frágeis, no entanto nestes setores, são os mais suscetíveis a manifestações de processos tecnogênicos.

Os lençóis de aterramento são criados, pois justamente a população “mais carente” conforme Pedro e Nunes (2010) tende a ocupar os ambientes urbanos mais vulneráveis, mais “baratos” economicamente, ou seja, os fundos de vale. A maioria dos terrenos se formam no setor de transição do relevo da passagem das vertentes para as planícies. Os lençóis de aterramento acabam se compondo por uma união de bota-foras (item anterior) que vai gradativamente, ganhando espaço em direção às várzeas da planície ou em áreas de alvéolos. Suas espessuras variam conforme o nível das ruas e ou o nível (cota) em que a água chega aos dias de chuvas intensas. É uma forma de proporcionar certa

estrutura às casas, caso o local venha a ser ocupado evitando também a inundação.

Na Figura 3 verificam-se a posição dos aterramentos, o tipo de ambiente e a finalidade do depósito: aterramentos, nivelamentos, soerguimento do terreno e etc. As linhas tracejadas são para definir a dimensão, e as setas indicam a tendência do avanço. Cada imagem reflete um ponto.

Figura 3 - Lençóis de aterramento na área urbana de Guarapuava



Fonte: Google earth e street view (2014), organização: França Junior (2016)

A- Ponto 1 (fig. 01) - ocorre um aterramento de várzea para se fazer uma travessa de rua, posteriormente toda a área do lado esquerdo será aterrada. Salienta-se que essa área corresponde à área de alvéolo, setor de nascentes, próximo da Avenida 15 de Novembro, área que, por sua vez, deveria ser preservada, pois é considerada área de área de proteção permanente- APP.

B- Ponto 12 (fig. 01) - aterramento para aumento de espaço residencial. Este aterramento do local, foi executado pois

é um ambiente de afloramento rochoso, o que impossibilita melhorias estruturais e avanços nas estruturas das casas. O material que constitui o terreno de agradação é uma mistura de materiais úrbicos e espólicos, ou seja, restos de construções, terra, madeira, entulho e resíduos domésticos.

C- Ponto 9 (fig. 01) - aterramento de várzea para aumento do terreno doméstico. Notam-se a área de várzea ao lado direito e o avanço gradativo do aterramento. Ao lado deste ponto existem outras casas que fizeram o mesmo processo de aterramento, constituindo em terrenos de agradação, compostos de depósitos terrosos em ambiente de planícies.

D- Ponto 14 (fig. 01) - como algumas ruas de Guarapuava não possuem sarjetas, elas contribuem para o carreamento de materiais diversos até os fundos de vale, ou seja, a própria rua contribui para o entulhamento das várzeas. Nesse caso a deposição é feita indiretamente pelo agente antrópico, recobrando as várzeas e ampliando o avanço da Rua Venceslau Braz. Notam-se, nitidamente, na imagem de satélite, o avanço e recobrimento das antigas várzeas. Nesse processo, o terreno de agradação além de receber estes materiais, ainda recebe os depósitos gárbicos e úrbicos, proporcionando o avanço em direção da planície.

E- Ponto 18- recobrimento da várzea da planície dos rios Cascavel/Carro Quebrado, com várias casas que já se encontram construídas pelo mesmo processo de aterramento e, posteriormente, ocorre à construção das casas acima do nível de inundação regular (Goldoni e Vestena, 2016), que atinge as ruas próximas.

a- Depósitos tecnogênicos induzidos de ambientes lacustres- estudo de caso do assoreamento do Parque do Lago

Ao se barrarem rios, bloqueia-se o fluxo de sedimentos ao longo do curso, criando-se um nível de base local. Dentro de uma lógica ambiental, a tendência é a acumulação de sedimentos até que todo o local represado se encha e o rio possa seguir sua dinâmica natural de transporte.

Sedimentos que se depositam pela influência da criação de reservatório se estendem para montante e para jusante, não se distribuindo uniformemente mesmo dentro do lago. A deposição de montante se denomina depósito do remanso (backwater deposit), em referência ao fenômeno hidráulico, sendo também remontante à medida que aumentam os depósitos nessa área. As deposições de dentro do reservatório são denominadas de delta (delta), depósito de margem (overbank) e depósito do leito (bottom-set deposit) (CARVALHO et al (2000).

O processo de assoreamento (Cabral, 2005) pode se desenvolver e apresentar diversos resultados. Oliveira (1994) registrou em sua pesquisa taxas de assoreamento de 2.900 m³/km²/ano (1935-1962), em bacias urbanas, e de 600 m³/km²/ano em bacias rurais (1967-1991), ao analisar afluentes do rio Capivara no Estado de São Paulo. Viamão (2000) relata que, em sua área de pesquisa o processo de assoreamento se deu pelo desmatamento e posterior erosão dos morros, cujo material acabou chegando aos canais e à represa. Rossato (2000) confirma que a urbanização, a partir de 1970, com a construção de moradias irregulares, promoveram o aceleração da erosão e posteriormente a deposição, formando o assoreamento. Já Neto (2005) atribui o processo à urbanização bem como da à extração mineral de argilas, e a erosão das estradas rurais, com

consequente eutrofização do lago; Korb (2006), além dos fatores já relacionados, identificou a presença de metais pesados (Pb, Cu, Cr, Zn), matéria orgânica e descreveu visualmente as faces deposicionais de assoreamento, identificando fases diferenciadas de deposição relacionadas aos estágios de urbanização.

No caso dos depósitos tecnogênicos de assoreamento no Parque do Lago em Guarapuava foram registradas diversas evidências deste processo. O local passou por diversas transformações ambientais desde a sua construção. O lago foi formado a partir do barramento de algumas nascentes do arroio do Engenho, quando muitas ruas no entorno ainda não possuíam asfaltamento. Esse processo bem como o deflúvio gerado na região central da cidade, resultaram na chegada de grandes quantidades de sedimento que gradativamente foram assoreando a área alagada.

Na Figura 4 (ponto 17 no mapa da fig. 01), observa-se um mosaico de imagens que mostram o Parque do Lago com o processo de assoreamento de remanso (backwater deposit) e posteriormente a remoção e realocação dos depósitos aluviais. As letras descrevem uma ação temporal, passados 23 anos do registro da MINEROPAR (1992) de evolução do processo de assoreamento⁹. O órgão registrou que o projeto de arruamento perpendicular às curvas de nível em terrenos com declividade superiores a 20% favoreceu o desmonte dos Litossolos (Neossolos Litólicos), somado à falta de pavimentação, dificultando a instalação de manilhamentos e favorecendo o

⁹ MINEROPAR (1992) registrou em fotografias as ruas no entorno do parque, que por muitos anos eram de cascalhos, e, em dias de chuva, muitos desses materiais eram carregados para o lago.

escoamento de detritos e dejetos domésticos diretamente nas águas do lago, dando início ao processo de assoreamento do lago.

Figura 4 Imagens do entorno do Parque do Lago (Parque nas Nações) em 1992



Fonte: MINEROPAR (1992)

A Figura 5, em 2010 demonstra como o processo de assoreamento está avançado; no B, é uma imagem de 2011 que reflete como a lâmina de água estava rasa pelo assoreamento e o avanço da vegetação de macrófitas; na figura C em 2012 vê-se a deposição dos sedimentos remobilizados do lago. Em diálogo com funcionário da Prefeitura em 06/2012, foram retirados 700 caminhões de sedimentos, (8 ton. por caminhão) num total estimado de 5.400 toneladas, que foram remobilizadas no terreno a jusante do lago.

As Figuras D e E correspondem ao processo de retomada do assoreamento em 2013, a partir do acúmulo dos materiais oriundos do deflúvio das áreas urbanizadas. Nessa imagem pode-se observar: plásticos, bitucas de cigarro e os esgotos clandestinos, lançados nas galerias pluviais de Guarapuava pela lavagem das ruas. Esse processo é comum de ocorrer em lagos e rios que recebem galerias quando ocorrem chuvas intensas. É possível detectar por meio de simples visualização, a formação de macrófitas em meio ao lago, principalmente próximo das tubulações de esgoto, evidenciando a poluição doméstica das águas do parque.

Figura 5 Processo de assoreamento do Parque do Lago em Guarapuava.



Fonte: França Junior, 2016.

A classificação do material de assoreamento ficou designada de forma semelhante a que Korb (2006), descreveu no reservatório Santa Bárbara em Pelotas-RS: depósitos tecnogênicos induzidos sedimentares aluvioformes em ambientes urbanos¹⁰, formados em terreno tecnogênico de agradação formado por ações indiretas. No entanto, após sua dragagem em 05/2012, os depósitos tecnogênicos podem ser descritos como depósitos tecnogênicos remobilizados espólicos em maciços irregulares em ambientes urbanos em terrenos de agradação por ações diretas.

Cabe salientar que se não fosse pelo processo de assoreamento, todo o material depositado no lago iria compor os depósitos de leito encontrados nos outros canais semelhantes os depósitos que Dias- Oliveira, (2011) encontrou. O lago serve como um ambiente de estocagem de depósitos tecnogênicos induzidos, mesmo que na atualidade por conta da impermeabilidade dos solos, sejam em menores quantidades.

Para fim de classificação, os terrenos são de agradação formado por processos diretos; os depósitos tecnogênicos são quanto à gênese, construídos e em alguns casos remobilizados com composição úrbico e espólicos (terrosos); quanto à estrutura, em camadas e maciços unidos; e a forma de ocorrência, em lençóis de aterramento em ambientes urbanos e peri-urbanos. Sendo assim, pode-se denominá-los de Terrenos tecnogênicos de agradação, formado por depósitos tecnogênicos construídos úrbicos-espólicos em camadas de lençóis de aterramento em ambiente urbano.

10 e rurais (Korb op. cit.)

Por isso, os entulhos (úrbicos e espólicos) acabam compondo os depósitos nos meios urbanos. “As obras de aterramento vêm como resposta técnica às limitações morfológicas da área de estudo, que dificultam o processo de expansão da área urbana” (LISBOA, 2004). Conforme a cidade vai crescendo estes ambientes são ficando suprimidos embaixo de residências e áreas edificadas, ficando difícil seu reconhecimento, e principalmente a identificação e classificação. Por este fato esta pesquisa é importante por mostrar a tecnogênese dos processos, e os ambientes mais susceptíveis a estas ocorrências.

Referências

CABRAL, João Batista Pereira. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. Caminhos de Geografia, v. 6, n. 14, 2005.

DIAS-OLIVEIRA, E. Impactos da urbanização na geometria hidráulica de canais fluviais da bacia hidrográfica do rio Cascavel, Guarapuava. Dissertação de Mestrado em Geografia- UNICENTRO, Guarapuava, 2011.

FIGUEIRA, R. M. Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociências- USP. São Paulo, 2007. 127pag.

FRANÇA JUNIOR, P. A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR. Tese de Doutorado. UNESP, Presidente Prudente- SP. 2016.

FRANÇA JUNIOR, P; KORB, C. C; BRANNSTON. Research on Technogene/Anthropocene in Brazil. Quaternary and Environmental Geosciences (2018) 09(1):01-10.

GOLDONI, T. R; VESTENA, L. R. Mapeamento das áreas de risco à inundação na cidade de Guarapuava-PR. ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS-A CONSTRUÇÃO DO BRASIL: GEOGRAFIA, AÇÃO POLÍTICA E DEMOCRACIA, v. 18, p. 14-30, 2016.

GOMES, E. S. Dinâmica hidrológica fluvial em bacias hidrográficas com diferentes taxas de impermeabilização do solo em Guarapuava-PR. Dissertação de mestrado PPG- UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2014. 171pag.

GOMES, M.F.V.B. **Trajetória socioambiental de Guarapuava: Leituras da paisagem**. Tese de Doutorado em Geografia- FCT-UNESP. Pres. Prudente-SP, 2009.

_____. **Cartografias da paisagem: trajetórias socioambientais de Guarapuava**. Editora Unicentro. Guarapuava, 2013.

GOOGLE. **Google Street View**. Acessado em: 2012, 2013, 2014, 2015.

IBGE- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**- disponível em www.ibge.gov.br acesso em maio de 2019.

LIMA, A. G. **Morfologia da rede de drenagem do rio Cascavel e sua potencial interação hidrosedimentar com o ambiente urbano de Guarapuava: notas preliminares**. Revista Ciência e Natura- UFSM v.33 n.2. Santa Maria-RS, 2011.

MINEROPAR – FAMEPAR - Prefeitura Municipal de Guarapuava. **Geologia do planejamento – Plano Diretor de desenvolvimento urbano de Guarapuava**. Prefeitura Municipal de Guarapuava, 1992.

PEDRO, L; NUNES, J.O.R. **Problemas ambientais urbanos na cidade de Presidente Prudente/SP: a relação entre relevo, apropriação, ocupação, e forma de se produzir o espaço urbano**. ENG- Encontro Nacional de Geógrafos, Porto Alegre, 2010. (Anais)

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. São Paulo, 1998: Xamã.

PELOGGIA, A. U. G.; SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. **Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as**

transformed by human geological action. Quaternary and Environmental Geosciences. 2014. 05(2): 67-81.

PRICE, S. J; FORD, J. R; COOPER, A.H; NEAL, C. **Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain.** The Royal Society Journal. Vol.369, 1056-1084. 2011.

Terrenos tecnogênicos de degradação do ambiente urbano de Guarapuava

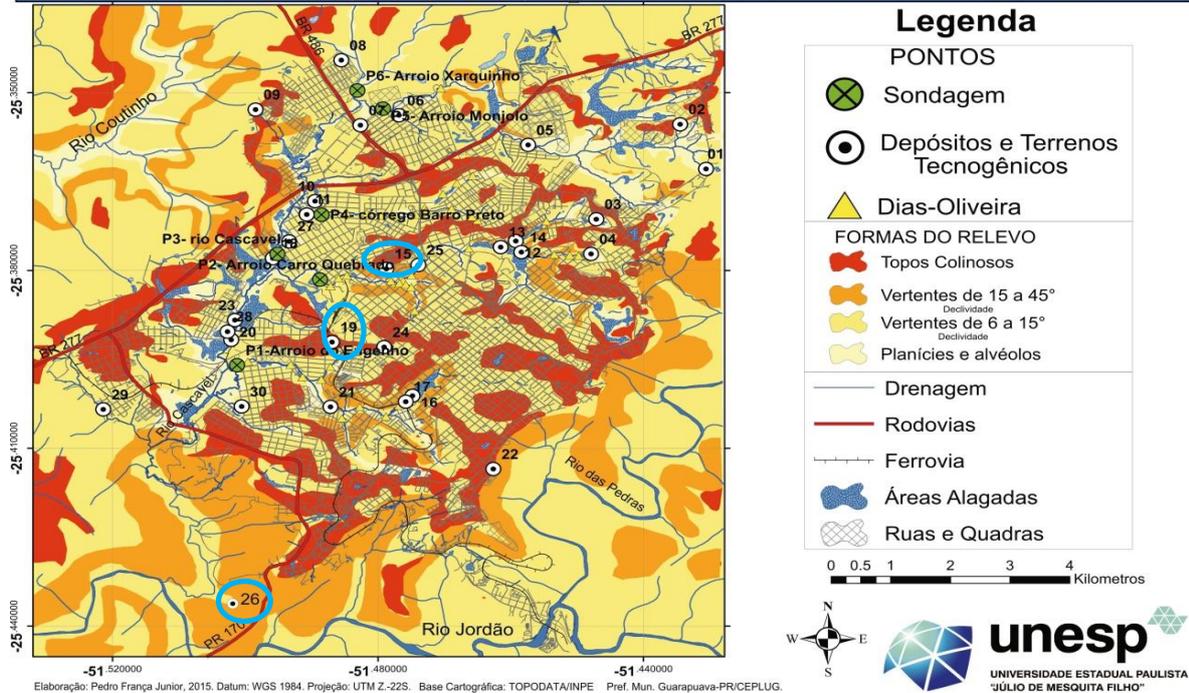
Pedro França Junior

Este capítulo tem como objetivo de evidenciar os terrenos tecnogênicos de degradação encontrados no ambiente urbano de Guarapuava. De acordo com a metodologia dos terrenos tecnogênicos de Peloggia et al, (2014), os terrenos tecnogênicos de degradação são as superfícies geomórficas produzidas ou modificadas pela remoção de material geológico: diretamente por ação mecânica humana ou indiretamente pela intensificação da erosão, ou mesmo pela erosão natural que age sobre os depósitos tecnogênicos antigos.

Os terrenos de degradação são alterados em sua morfologia, por perda no volume de material. No caso de Guarapuava se enquadram nas categorias de cicatrizes tecnogênicas construídas e de escavações do tipo cavas de mineração e cortes de terraplanagem. No mapa da figura 01, são representados pelos pontos 15, 19 e 26.

Figura 1 Mapa dos terrenos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava

MAPA DOS PONTOS DE IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DEPÓSITOS E TERRENOS TECNOGÊNICOS EM GUARAPUAVA



Elaboração: Pedro França Junior, 2015. Datum: WGS 1984. Projecção: UTM Z-22S. Base Cartográfica: TOPODATA/INPE. Pref. Mun. Guarapuava-PR/CEPLUG.

Org. França Junior, 2016



Segundo Felds (1958) as ações do homem diretas compreendem os fenômenos nos quais o homem, ele mesmo, intervém na qualidade de agente geomórfico, com emprego de seus utensílios de trabalho, sempre mais possantes. A atividade antrópica consegue promover, deslocamentos de massas consideravelmente maiores a cada dia, no reino da máquina. E com a população humana crescente, esses deslocamentos se tornam mais significativos comparativamente ao que fez a natureza. Eles deixam intactas as grandes formas da superfície da terra, mas as modificações em pequena escala se concentram, e em certos lugares marcam o aspecto de muitas paisagens a tal ponto que seu estado original torna-se irreconhecível.

Para que pontos de mineração se recuperem, necessitaria processos geológicos de grande ordem de energia, num longo tempo, dentro da escala geológica de processos.

Cavas de mineração

O primeiro processo de terreno de degradação, está relacionado às pedreiras que correspondem aos pontos 15 e 26 (figura 01). Binda e Gomes (2007) corroboram com a pesquisa, pois desenvolveram um mapeamento, utilizando as imagens do Google Earth para a identificação das pedreiras. Os autores interpretaram as imagens a partir de suas feições na alteração do relevo: cortes das vertentes, afloramento rochoso e sombreamento característico. De acordo com eles, em Guarapuava existiam 22 pedreiras, 16 são inativas e seis ainda ativas.

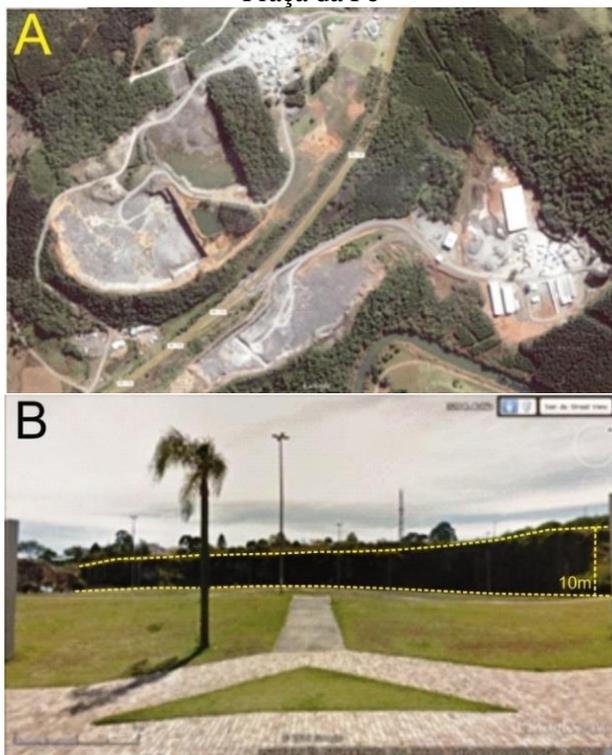
Das ativas, duas de grandes dimensões, que são destinadas à fragmentação de brita, pó de rocha e fabricação de concreto para construção civil e rodoviário (Fig.1, ponto 26); Das inativas, nove

estão dentro do quadrante pesquisado, e, o ponto 15 é uma pedreira desativada e hoje tem a função de praça (Praça da Fé); e outras são frentes de lavra, utilizadas artesanalmente para exploração de pedras de cantaria. Essas pedras podem ser visualizadas em igrejas, calçadas, ruas e praças, e até hoje de forma artesanal, ainda são retidas em pontos específicos da cidade.

As pedreiras se enquadram dentro dos terrenos tecnogênicos de degradação em decorrência do desmonte e decapitação de um setor da vertente, ocorrendo, nos casos de Guarapuava, média vertente e no sopé, próximas ao fundo de vale. As pedreiras são desenvolvidas por ações diretas, mecânicas e sísmicas em decorrência das detonações. A maior parte dos materiais oriundos das pedreiras serve para o preenchimento e composição dos projetos urbanísticos de infraestrutura: ruas, estradas, calçadas, edificações etc.

As pedreiras se forem mal planejadas podem proporcionar processos erosivos, escorregamentos, deslizamentos e vibrações, bem como gerar outros resíduos, conforme registrado por Souza e Zuquete (2001). Quando desativadas, ou até mesmo quando estão em uso, são utilizadas em alguns municípios como Maringá (norte do Paraná) como ambientes de descarte de resíduos sólidos urbanos (lixão) e até mesmo de entulhos. Conforme Felds (1958), são os maiores registros (feições) da ação direta da humanidade no meio geológico, que somente eventos geológicos extremos, serão capazes para amenizar suas feições ou apagar seu registro na superfície terrestre.

Figura 2 Cicatrizes de mineração- A- Pedreira saída para Pinhão; B- Praça da Fé



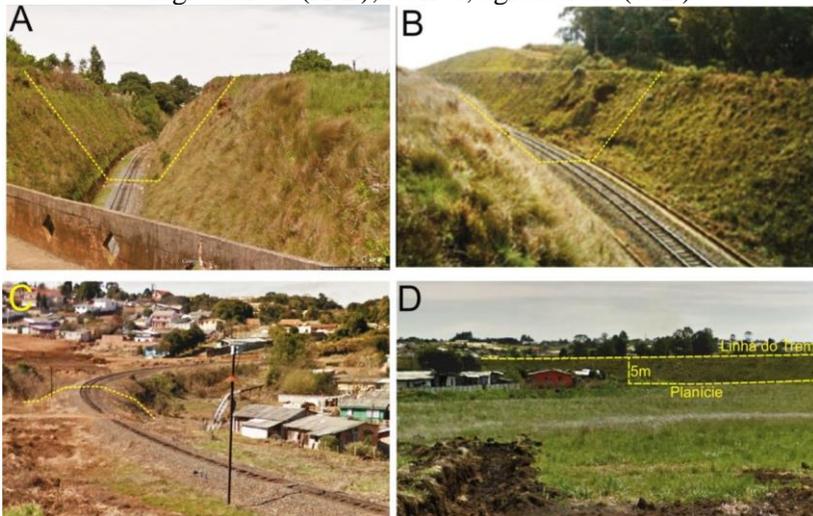
Organização: Autor, 2015; Fonte: Google Street View (2014)

Cavas de terraplanagem

As cavas de terraplanagem são obras de infraestrutura, que auxiliam a sanar problemas de ordem geotécnica para nivelamento de terrenos. São conhecidas também como cortes, pois ocorre o desmonte da topografia para a instalação da obra. Em Guarapuava, o terreno que mais apresenta essas formas é o

da ferrovia. Esta corresponde aos cortes/cavas da ferrovia FERROESTE, do governo do Paraná, que, seguindo do aeroporto até a vila Jordão, percorre a cidade de leste a oeste perfazendo 25,3 km (figura 3). Nesse traçado, foram feitas diversas obras geotécnicas para seu estabelecimento, ora apresentando um terreno de degradação, fazendo cortes no perfil do solo na vertente (A-B) com até 15 m; ora de terrenos de agradação para nivelar as variações topográficas, como nas vertentes côncavas e íngremes; nos fundos de vale encaixados (C); e de estabilidade (D) já que esse trecho da ferrovia passa por planícies compostas por Orgânosolos em áreas de planície.

Figura 3 - Cavas de terraplanagem- ferrovia-FERROESTE, degradativas (A-B); aterros, agradativas (C-D)



Fonte: França Junior, 2016.

Os terrenos de degradação acabam sendo suprimidas na paisagem urbana, pois geralmente são desenvolvidos no corte de

taludes para construção de casas, indústrias e comércios, e a própria edificação disfarça as ações antrópicas para o nivelamento do terreno. Em Guarapuava, em alguns setores do relevo há a necessidade de cortes e adaptações para que as obras possam ser realizadas com sucesso.

Considera-se que, conforme o relevo do sítio urbano, também será a atividade tecnogênica desenvolvida pelo agente antrópico, para diminuir as imperfeições topográficas deste, e nivelar o terreno para enfim construir e desenvolver suas atividades. É uma prática de adaptação da população à condição imposta pela natureza a fim de atenuar os problemas e proporcionar um ambiente propício para à ocupação.

Além disso, percebe-se que, quando a sociedade está avançando de nível no desenvolvimento urbano, qualquer problema de ordem geotécnica pode ser resolvido com obras estruturais. E não importa o tamanho, nem mesmo o fato de as possíveis consequências ambientais que estas poderão provocar. Pode-se citar o exemplo do aterro do Flamengo no Rio de Janeiro-RJ, das vias marginais de São Paulo, retificação dos rios Tietê e Pinheiros (Figueira, 2007), das orlas marítimas de Florianópolis (Lisboa, 2004) e, em Guarapuava, da FERROESTE.

O nivelamento ou corte dos terrenos é uma prática cultural, utiliza-se de diversos materiais disponíveis, que, dependendo do lugar por questões de custos, correspondem aos entulhos, o que facilita a logística e o tempo da obra, principalmente em cidades maiores.

Conforme Lisboa (2004), as cidades exigem uma série de ajustes ambientais para poderem dar suporte a uma população que cresce ano a ano. Água potável, energia elétrica, sistema de esgoto, rodovias, aeroportos, enfim, precisam de espaço para

serem implementados. Na pesquisa, a autora acima, citou o exemplo do Japão, cujas características morfológicas são altamente limitantes para o crescimento urbano do país, que tem essa dificuldade superada por meio das dragas gigantes, de muita dinamite e concreto. Também é o caso do Rio de Janeiro, que aterrou baías, aplainou morros e de São Paulo que agora faz os piscinões. São as exigências da cidade num processo contínuo de mutação e readaptação, que por meio de novos objetos criam novas relações.

Deve-se enxergar os terrenos de degradação como um elemento de sistema destacado na pesquisa de Figueira (2007), e se perguntar aonde estes materiais foram parar? Um exemplo, é o caso de bairros centrais Londres na Inglaterra, registrados na pesquisa de Terrington et al (2018)¹¹. Conforme os autores para estruturação da cidade, pós Segunda Guerra, utilizou-se aproximadamente 67 milhões de m³ de massa (~ 100 milhões de toneladas), e para o entorno na grande Londres, aproximadamente 6 bilhões de toneladas de depósitos tecnogênicos.

A criação das ilhas artificiais ou ilhas tecnogênicas no Qatar são amostras da capacidade atual do homem em transfigurar a paisagem. O registro da ação humana está nas novas formas de relevo e nas camadas estratigráficas. E estes registros inclusive servem de assinatura das atividades humanas na superfície da terra, e demarcam um novo tempo da escala do tempo Geológico o Antropoceno (Tarolli e Sofia, 2016).

11 Com uma coautora brasileira: Érika Cristina Nesta Silva

Referências

BINDA, A. GOMES, M. **Identificação e mapeamento de áreas de mineração no município de Guarapuava utilizando imagens digitais**. Caminhos da Geografia- v.08- n.22. UFU. Uberlândia-MG set/2007.

FELDS, E. **Geomorfologia Antropogenética**. Boletim Geográfico n°144 (IBGE). Rio de Janeiro, 1958. Instituto de Geografia da Universidade de Berlin Scientia, oct. 1957 – Siriéme. Série – Sieme Anne Revue International de Synthése Scientifique. Diretor: Paulo Bonetti.

FIGUEIRA, R. M. **Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo**. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar. Instituto de Geociências- USP. São Paulo, 2007. 127pag.

FRANÇA JUNIOR, P; KORB, C. C; BRANNSTON. **Research on Technogene/Anthropocene in Brazil**. Quaternary and Environmental Geosciences (2018) 09(1):01-10.

FRANÇA JUNIOR, Pedro. **A aplicação da abordagem do Tecnógeno na identificação e classificação dos terrenos e depósitos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava-PR**. Tese de Doutorado. UNESP, Presidente Prudente- SP. 2016.

LISBOA, T.H.C. **Alteração da linha de costa do distrito sede Florianópolis- SC, em função de aterros**. Dissertação de Mestrado em Geografia- UFSC. Florianópolis, 2004.

MANDARINO, Andrea et al. **Urban geomorphology of a historical city straddling the Tanaro River (Alessandria, NW Italy)**. Journal of Maps, p. 1-13, 2020.

MINEROPAR – FAMEPAR - Prefeitura Municipal de Guarapuava. **Geologia do planejamento** – Plano Diretor de desenvolvimento urbano de Guarapuava. Prefeitura Municipal de Guarapuava, 1992.

MINEROPAR – FAMEPAR - Prefeitura Municipal de Guarapuava. **Geologia do planejamento** – Plano Diretor de desenvolvimento urbano de Guarapuava. Prefeitura Municipal de Guarapuava, 1992.

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. São Paulo, 1998: Xamã.

PELOGGIA, A. U. G.; SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. **Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action**. Quaternary and Environmental Geosciences. 2014. 05(2): 67-81.

PRICE, S. J; FORD, J. R; COOPER, A.H; NEAL, C. **Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain**. The Royal Society Journal. Vol.369, 1056-1084. 2011.

SOUZA, M. L. ZUQUETTE, L.V. **A influência da ação antrópica na classificação dos materiais inconsolidados na cidade**. Revista pesquisa em Geociências. UFRGS. Porto Alegre, 2001.

TAROLLI, Paolo; SOFIA, Giulia. **Human topographic signatures and derived geomorphic processes across landscapes**. Geomorphology, v. 255, p. 140-161, 2016.

TERRINGTON, R. L. et al. **Quantifying anthropogenic modification of the shallow geosphere in central London, UK**. Geomorphology, v. 319, p. 15-34, 2018.

Processos de formação e identificação de depósitos tecnogênicos induzidos nas sub-bacias do ambiente urbano de Guarapuava

Pedro França Junior

Este capítulo tem o objetivo de evidenciar os processos geomorfológicos urbanos e sua materialidade na forma de depósitos tecnogênicos induzidos, nas sub-bacias hidrográficas do ambiente urbano de Guarapuava.

Os depósitos tecnogênicos induzidos são formados por deposições sedimentares, que de acordo com Oliveira (1994), em sua maioria desenvolvidos por ações indiretas na superfície da terra. Destacam-se como fontes produtoras de sedimentos, as áreas submetidas a movimentos de terraplanagem que expõem, em cortes, aterros e bota-foras, materiais terrosos completamente desprotegidos e altamente vulneráveis à erosão pluvial. É o caso de loteamentos de áreas preparadas para a implantação de conjuntos habitacionais, de jazidas de mineração, de materiais para obras de terraplanagem, de estradas, a construção de uma represa ou reservatório etc.

De acordo com Leopold (1956); Nir (1983) e Chin (2006), a produção de sedimentos em áreas urbanas tem indicado notável aumento, uma vez que a urbanização começa, principalmente, em superfícies descobertas que foram limpas para a construção de prédios, casas, indústrias e que depois podem continuar abertas (expostas) por mais de um ano. Essas superfícies podem induzir a um aumento da erosão em até 40.000 vezes, segundo taxas pré-estabelecidas, e produzir sedimentos anuais e deposição na ordem

de 10.000 - 50.000 (ton.) por km²/ano (60 vezes mais do que áreas onde não existem construções).

Chin (2006) salienta que posteriormente à urbanização ocorre a redução global na produção de sedimentos, provavelmente pelo pavimento urbano, e correlações negativas entre áreas de construção e sedimentos transportados, diminuindo cargas de sedimentos durante os últimos estágios de urbanização, mas aumentando o deflúvio.

Corroborando, Tucci (1997) afirma que a quantidade de material suspenso em rios urbanos é superior à encontrada no esgoto in natura, principalmente no início do escoamento superficial, e depois vai diminuindo conforme se aumenta a precipitação, e a lavagem das ruas torna-se nula. Mesmo assim, o volume de água gerado proporciona alta capacidade de transporte de sedimentos e maior erosão marginal nos cursos d'água.

Características da dinâmica hidrosedimentar dos rios urbanos de Guarapuava

Em áreas urbanas, além das águas servidas, também são lançados, nos fundos de vale, os materiais detríticos das calçadas, ruas e telhados, que, com o fluxo hídrico em dias de chuva em ruas impermeabilizadas, chegam com velocidade aos fundos de vale. Cabe salientar que Guarapuava não possui, na maioria das áreas pavimentadas, calçadas com “meio fio” (sarjeta), e em alguns bairros periféricos não há sistemas de drenagem urbana, o que proporciona o escoamento superficial com alto potencial de carga e material disponível para transporte (Fig.2).

No que tange à dinâmica fluvial, principalmente à carga suspensa, Casa (2015) desenvolveu uma pesquisa com a turbidez de água em seis eventos de março a abril de 2014 nas principais

sub-bacias da área urbana em Guarapuava. A autora mostra que os arroios Carro Quebrado e Barro Preto possuem os maiores níveis de turbidez, e o arroio do Engenho, que tem parte de suas cabeceiras represadas em menor volume, bem como o Monjolo, com o menor nível.

Figura 1 - Exemplos de solos expostos, criando ambientes formadores de sedimentos na área urbana de Guarapuava.



Fonte: Google street view, 2014, org. França Junior, 2016.

Comparando-se com os outros eventos e pontos, Casa (2015) destacou que o arroio Monjolo, como possui o uso da terra rural, possui os menores índices de turbidez, já nos outros pontos os índices são elevados, relacionados a diferentes graus de urbanização que essas sub-bacias drenam. Cabe salientar que o arroio Monjolo no evento de 22-23/05/2014 registrou 756 NTU (Nephelometric Turbidity Unit), o que mostra que, mesmo em bacias rurais, se o solo estiver descoberto, o escoamento superficial é intenso, e pode promover o incremento de sedimentos ao canal, aumentando o nível de turbidez.

Em outro evento do dia 09/04/2014, a autora evidenciou o rápido preenchimento de suas garrafas de coleta, numa precipitação de 46,4 mm, que registrou um pico de cheia nas bacias urbanas, e na bacia rural (mista) o arroio Monjolo preencheu apenas uma garrafa, o que torna visível a alta capacidade de infiltração em detrimento do escoamento

superficial (runoff), mais evidente nas sub-bacias urbanizadas. Em termos de turbidez desse evento, os gráficos registraram um pico da vazão e elevada taxa de turbidez, e isso mostrou a disponibilidade de material para ser carregado aos cursos d'água pelos eventos de chuva.

A autora descreve também que são diversas as possibilidades para se explicar as elevadas taxas de turbidez: presença de casas às margens dos rios com despejo de águas servidas; solo exposto em início de construção; agricultura; e um fato curioso é a relação de estiagem x precipitação x aumento da turbidez. Casa (2015) descreve o fato com um exemplo:

(...) na ocorrência de certo período de estiagem o solo pode sofrer alterações em sua cobertura como gradeamento nas áreas rurais ou terraplanagens na área urbana. Desta forma, o intenso revolvimento e desagregação das partículas permite que estas encontrem-se mais disponíveis ao transporte. Assim, mesmo precipitações com menor intensidade e volume podem gerar aumentos significativos na turbidez, maiores até do que em precipitações elevadas (CASA, 2014. pag. 75).

Pode-se estabelecer uma relação direta entre essa sazonalidade e a formação de camadas de depósitos tecnogênicos, pois, de acordo com a intensidade das chuvas, há alterações no ciclo hidrossedimentológico, em especial no que se refere à desagregação e erosão (BORDAS; SELLELMANN, 2007). Essa relação é estabelecida para o caso de as interações antrópicas na superfície acelerarem os processos erosivos, como ao deixar o solo exposto.

Nas regiões tropicais e subtropicais, onde a maior intensidade dos regimes pluviométricos faz com que esses fenômenos sejam naturalmente mais agressivos que nas regiões temperadas, é de se esperar que o desequilíbrio do ciclo hidrossedimentológico tenha potencialmente consequências ainda mais prejudiciais (BORDAS; SELLELMANN, op. cit., p.916).

Quanto à carga suspensa nos eventos registrados por Casa op. cit., a autora descreve que no arroio Monjolo é baixa, obtendo em média nos eventos medidos de 12,8 G/L. Nas sub-bacias urbanas ocorre aumento significativo de carga suspensa, no arroio do Engenho o valor médio foi de 118 g./L; no Carro Quebrado, de 152,51 g./L, e os outros canais que variam dentro desses índices. A autora destaca que as variações no volume de material suspenso estão ligadas à dinamicidade da área urbana, com construções, ocupações irregulares, desmatamento de APP's, despejo irregular de efluentes.

O sistema de drenagem urbana potencializa o incremento de efluentes domésticos e industriais, lançados diretamente nos canais de drenagem. A entrada desses efluentes no canal se dá em muitos casos sem medidas mitigadoras dos seus variados impactos, como o assoreamento ou erosão dos canais, poluição da biota fluvial e incremento de efluentes contaminantes nos recursos hídricos (TUCCI, 2003).

Tucci op. Cit. descreve que, à medida que a cidade é urbanizada e a densificação consolidada, a produção de sedimentos pode reduzir, mas outro problema aparece que é a produção de lixo. O lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais piores, como mostrado por Gomes (2014).

Marques et al (2009), trabalhando com os sistemas de drenagem urbana, referiram que em função do tipo de cobertura do terreno, o sistema de drenagem carrega uma quantidade variada de sedimentos, com os resíduos sólidos de origem doméstica e industrial, por fatores de disfunções urbanas tais como: serviços, infraestrutura, condições socioeconômicas e culturais.

Segundo os autores, a chegada de todos esses tipos de resíduos à drenagem urbana pode ser intencional (voluntária) ou não intencional (involuntária). Dessa forma, a sua composição em córregos, galerias, tubulações pluviais e bocas-de-lobo pode ser extremamente variada, em função dos níveis de infraestrutura física e de serviços urbanos e da educação ambiental. O impacto causado pelos resíduos sólidos na drenagem urbana tem dois aspectos:

- Impacto físico: os resíduos sólidos entopem ou obstruem elementos do sistema de drenagem ou diminuem sua capacidade de escoamento por depósitos e assoreamentos;

- Impacto na qualidade da água: os resíduos domésticos e industriais podem conter substâncias químicas, organismos e matéria orgânica que alteram a qualidade da água circulante nos sistemas de drenagem e nos corpos receptores.

Guarapuava reflete as considerações descritas acima. É uma cidade em amplo desenvolvimento urbano, possui problemas de infraestrutura urbana, com ruas sem asfalto, sem sarjeta, a população tem péssimos hábitos ambientais (lixo nas ruas). Todos esses fatores, bem como a gravidade, o deflúvio gerado em dias de chuva e o fator relevo proporcionam o acúmulo de depósitos tecnogênicos nos fundos de vale, no leito e margens dos rios.

Quanto à dinâmica sedimentar das bacias da área urbana de Guarapuava, alguns trechos possuem desvios negativos

(tendências deposicionais), entremeados com desvios positivos (tendências erosivas) (Lima, 2011). Se, como visto anteriormente, esses canais são de tendência geral predominantemente erosiva, significando maior capacidade de transporte dos sedimentos neste setor, então os trechos finais recebem o sedimento carreado das bacias e disponibilizam condições para sua deposição.

Conforme o autor citado, as sub-bacias dos arroios Barro Preto, Engenho e Carro Quebrado são as mais urbanizadas, e a contribuição de sedimentos tecnogênicos tende a ser maior, associada ao já conhecido lixo urbano. Ao analisar as informações de Lima (2011); Casa (2015); Gomes (2014), corroboram que sedimentos expostos à erosão, juntamente com os resíduos sólidos em trechos susceptíveis a sedimentação, são locais propícios a encontrar os depósitos tecnogênicos.

Depósitos tecnogênicos induzidos das sub-bacias urbanas de Guarapuava

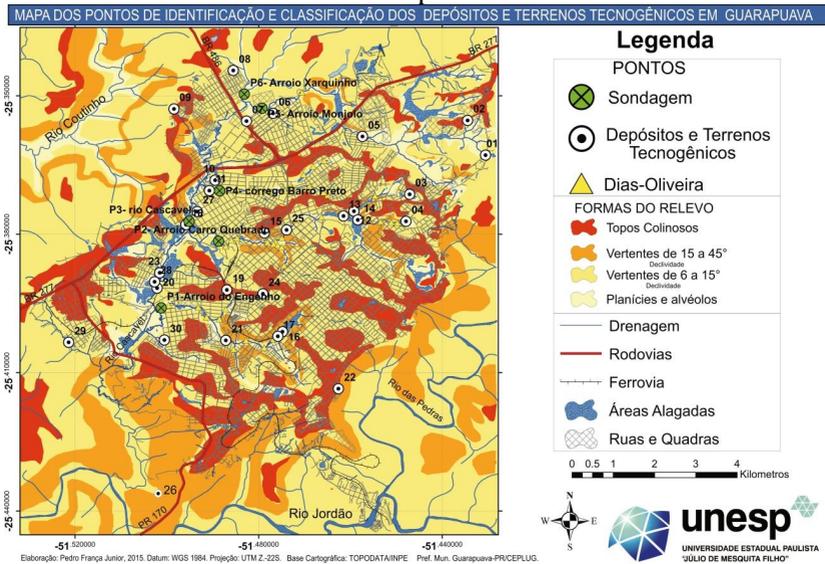
Esses tipos de sedimentos tecnogênicos são formados por processos induzidos, pois se tratam de materiais que estavam expostos à erosão na superfície urbana e que, posterior à precipitação, vieram a compor sedimentos aos rios e por dinâmica fluvial se depositaram nas margens dos rios de ambiente urbano. Os materiais mais grosseiros ficam em meio ao leito (Dias-Oliveira, 2012), e os de deposição lateral, no canal nas partes convexas- lateral accretion-point bar-(Bigarella e Mousinho, 1965), ocorrem com sedimentos mais finos, que com os materiais antrópicos compõem os depósitos tecnogênicos aluviais.

No entanto, se esses sedimentos forem barrados por algum empreendimento civil do tipo barragem ou por características naturais, podem causar um processo de deposição e

posteriormente o assoreamento do local. França Junior (2018) fez um vídeo, relatando a desassoreamento do rio Cascavel no perímetro urbano de Guarapuava o que mostra a quantidade de material que havia sido retido no leito do rio.

Em Guarapuava, os depósitos tecnogênicos induzidos foram mapeados por e caracterizados por França Junior (2016). No mapa da figura 02, verifica-se os pontos (verde) onde foram feitas as sondagens das principais sub-bacias. Na sequência são descritos os seis testemunhos nas sub-bacias no baixo curso dos canais que drenam o ambiente urbano de Guarapuava: arroio do Engenho; Carro Quebrado; Cascavel; Barro Preto; Monjolo e Charquinho.

Figura 2 - Mapa dos terrenos tecnogênicos no ambiente urbano de Guarapuava



Org. França Junior, 2016.

Sondagem 01- Sub-bacia do Arroio do Engenho

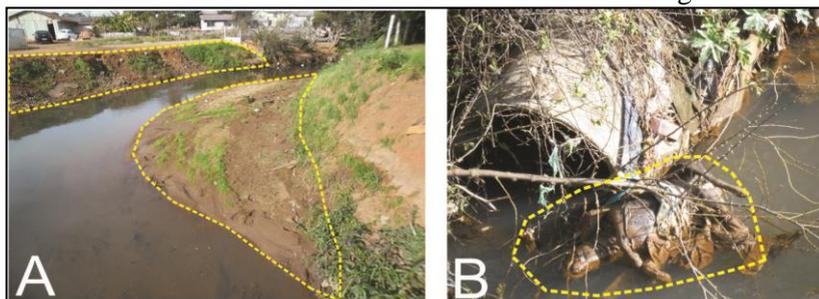
O uso do solo dessa bacia, de acordo com Gomes (2014), tem o predomínio de áreas construídas em 62,26% da bacia, sendo considerada área impermeável, com um quadro variado de construções civis. Conforme autor, nos eventos que registrou, essa bacia possui vazão máxima de 4,87 e mínima de 0,107 m³/s (P1, Fig. 02).

Como já exposto anteriormente, alguns canais de primeira ordem dessa sub-bacia foram represados à montante para a formação do lago do Parque das Nações (parque do Lago). Conforme Casa (2015) parte dos sedimentos fica retida nesse tipo de sistema lacustre, pois os níveis de turbidez e carga suspensa diminuem, se comparada com as outras sub-bacias do ambiente urbano.

O local de coleta deste testemunho, corresponde a um talude na margem esquerda do canal, com residências próximas numa mistura de APP (área de proteção ambiental) com quintais de casas. No leito do canal, próximo da sondagem é possível verificar a presença de material tecnogênico misto, tais como: plásticos, metais, animais mortos, garrafas plásticas, entulhos de construção civil misturado aos fragmentos de rochas basálticas; materiais lenhosos: galhos, troncos, folhas; e a coloração escura da água, predizendo a presença de águas servidas dos setores à montante.

Dias-Oliveira (2012) observou no canal a presença de resíduos antropogênicos que ficavam retidos ao longo das margens e leito e o lançamento da rede coletora de esgoto doméstico diretamente no Arroio. Os depósitos de resíduos são comuns ao longo de todo o trecho do Arroio, sendo que em várias seções fechadas a capacidade do canal tem diminuído sua capacidade total, pelo acúmulo de resíduos tecnogênicos (Fig.3).

Figura 3 - A- Deposição tecnogênica em barra e marginal e B- Animais mortos com lixo no leito do Arroio do Engenho



Fonte: França Junior, 2016.

Um fato a se destacar é a presença de gramíneas exóticas que recobrem os taludes marginais dos canais, a espécie invasora proporciona um “tapete” com diferentes níveis de estratos, que funcionam como uma esponja em eventos de cheia, proporcionando a absorção e o acúmulo de sedimentos nos taludes. França Junior (2010) observou esse efeito nas planícies aluviais do córrego Pinhalzinho II em Umuarama-PR.

Em diálogos informais com os moradores, foi comum relatos de alagamentos e de ligações de esgotos diretamente nos canais, segundo eles, decorrentes da precária infraestrutura de saneamento básico da área urbana.

Os depósitos tecnogênicos do arroio do Engenho, coletados da sondagem, são formados basicamente por materiais de granulometria fina com predomínio da classe textural argilosa. Observa-se, na tabela 1 (fig. 4), as variações das quatro camadas. Destacam-se a diminuição gradual da fração areia, bem como o aumento gradual da fração silte. Os depósitos tecnogênicos

possuem essa característica, por não possuem padrão granulométrico como nos solos e, de acordo com Peloggia (1999), estão muito relacionados às características da morfologia dos solos e dos materiais disponíveis na área fonte.

Ao fazer uma relação da formação destes sedimentos com a evolução da malha urbana (França Junior, 2016, fig. 38 pag. 115), observa-se que a apenas os setores topográficos mais elevados, os bairros: Santa Cruz, Trianon, Batel e Centro possuíam ocupação, e que a partir de 1960, ocorreu um adensamento populacional com a inclusão do bairro Vila Bela, próximo ao ponto 01.

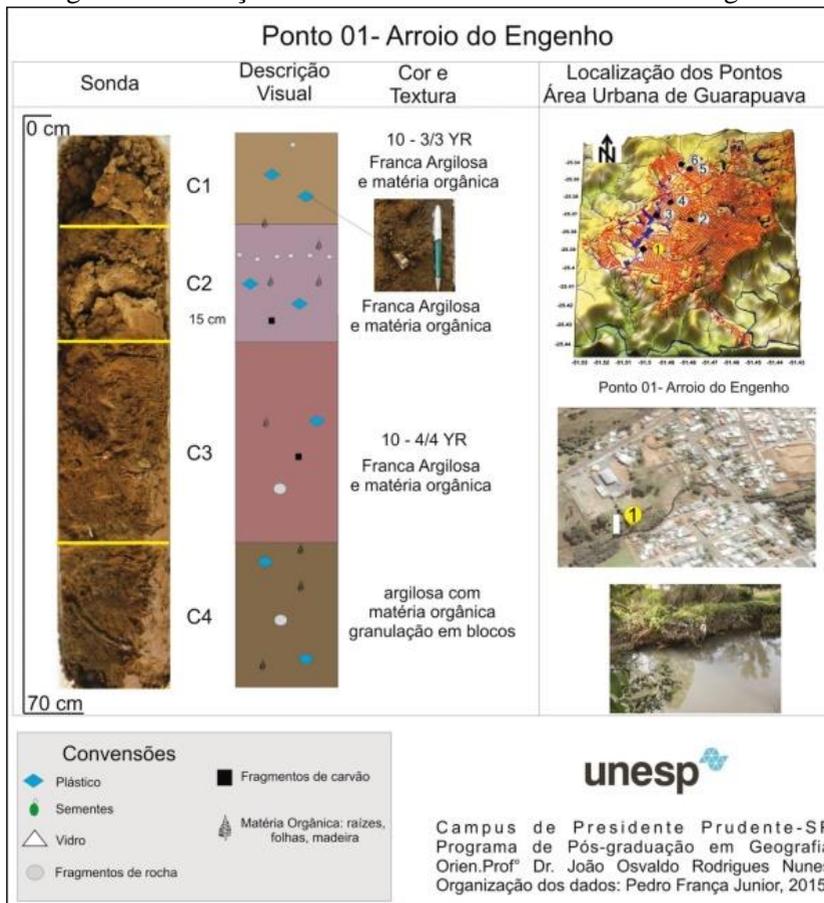
Tabela 1. Resultados em porcentagem (%) da análise granulométrica, realizada nas camadas pertencentes à amostra do depósito tecnogênico do arroio do Engenho

Ponto 1	Argila		Areia		Silte		Classe Textural
	%	(g,kg ⁻¹)	%	(g,kg ⁻¹)	%	(g,kg ⁻¹)	
C1	40,3	403,9	39,6	396,1	19,9	199,9	Argiloso
C2	42,9	429,2	23,5	235,4	33,6	336,2	Argila
C3	41,3	413,3	17,8	178,0	40,8	408,6	Argilo siltosa
C4	44,4	444,9	9	9,02	46,4	464,7	Argilo siltosa

Fonte: França Junior, 2016.

Corroborando com a pesquisa, Dias-Oliveira (2012) organizou a quantidade de materiais tecnogênicos encontrados no leito do arroio do Engenho da nascente à foz. O autor fez a descrição de oito pontos separando os depósitos tecnogênicos dos sedimentos naturais, nos quais algumas amostras chegam a ter mais de 80% de materiais tecnogênicos. Além disso, toda a dinâmica da bacia é condicionada pela área urbana com ocupações irregulares nas margens do canal ao longo do seu curso até sua foz no rio Cascavel.

Figura 4 -Descrição visual do testemunho do arroio do Engenho



Fonte: França Junior, 2016.

Sondagem 2- Sub-bacia do arroio Carro Quebrado

De acordo com Gomes (2014), essa sub-bacia é uma das mais urbanizadas de Guarapuava, apresentando uma taxa de área

construída de 754,82 ha que corresponde a 65,19% da bacia (Quadro 7). E isso pode proporcionar vazões máximas de 6,94 e mínimas de 0,120 m³/s.

Dias-Oliveira (2012) descreve que essa bacia possui o uso do solo predominantemente urbano. O canal deste arroio, não há matas ciliares, e as que existem estão degradadas, sendo poucos os trechos com vegetação típica, predominando as exóticas. Estes, problemas, refletem no atual uso do solo nas proximidades do canal, que estão ocupados por moradias irregulares. São comuns também trechos fluviais canalizados, sobrepostos por arruamentos e construções, ou melhor, as feições morfológicas têm sido alteradas pelas obras setoriais. Nessa bacia os principais impactos nas propriedades morfológicas da seção transversal dão indícios da remoção de material das margens e planícies adjacentes ao canal, concentração de materiais tecnogênicos nas margens e leito, tubulações com despejo de efluentes nos canais, canalizações em alguns trechos, vegetação ripária incipiente e leitos irregulares.

Os seus trechos fluviais têm sido alterados por meio do acúmulo de resíduos antropogênicos sólidos no canal, havendo uma significativa quantidade de material depositado ao longo das margens do canal que influenciam no sistema fluvial.

As áreas de contribuições de materiais tecnogênicos no canal são dispersas, não sendo possível afirmar que determinados trechos têm maior representatividade de contribuição no arroio. Os vários estágios da urbanização implicam diferentes áreas de contribuição de sedimentos ao longo da bacia, sendo que também as políticas de saneamento básico urbano influenciam na entrada de resíduos nos canais fluviais.

Observa-se a variação granulométrica na Tabela 2, em que a classe textural excepcionalmente variou com porcentagens elevadas de areia, chegando a 75%, onde os solos predominantes são, de acordo com MINEROPAR (1992), os Latossolos Vermelhos de textura argilosa, variando para o Nitossolo Vermelho de textura argilosa nas médias e baixas vertentes, denominada popularmente de “Terra Roxa”.

Em meio às camadas da sondagem é possível observar uma infinidade de fragmentos de plástico, carvões, sementes. Os aspectos granulométricos comprovam os grãos soltos sem conectividade (Fig.5).

Tabela 2. Resultados em porcentagem (%) da análise granulométrica, realizada nas camadas pertencentes à amostra do depósito tecnogênico do arroio Carro Quebrado em Guarapuava

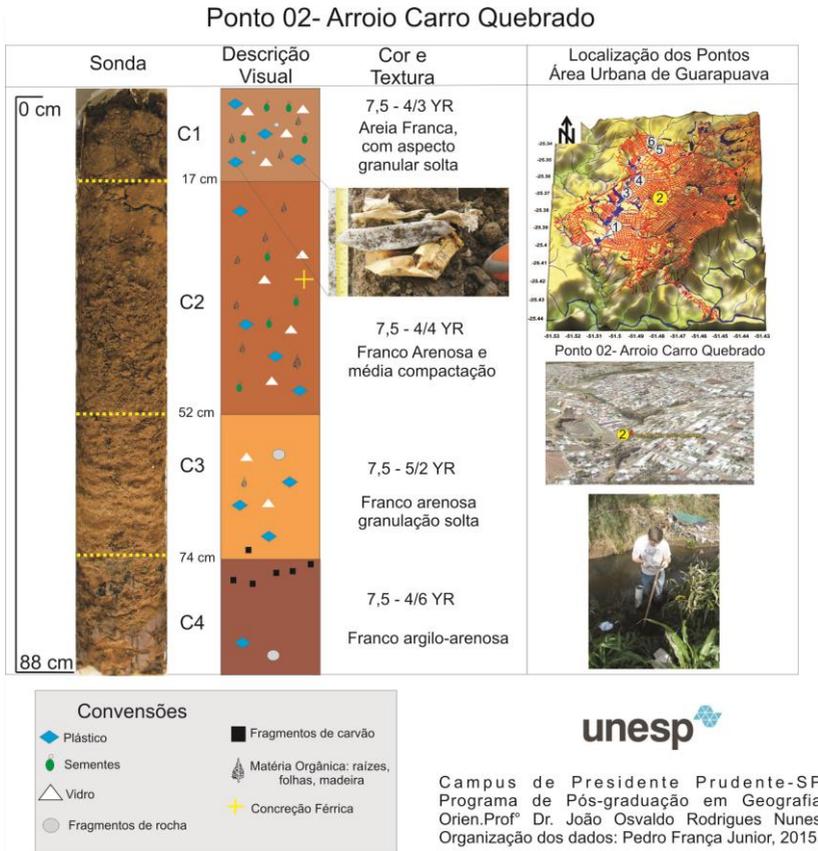
Ponto 2	Argila		Areia		Silte		Classe Textural
	%	(g,kg ⁻¹)	%	(g,kg ⁻¹)	%	(g,kg ⁻¹)	
C1	17,9	179,9	74,9	749,1	7,08	70,8	Franco arenoso
C2	25,8	258,9	57,0	570,0	17,0	170,3	Franco argilo arenoso
C3	29,7	297,9	61,9	619,6	8,2	82,3	Franco argilo arenoso
C4	33,9	339,9	41,2	412,0	24,7	247,9	Franco argilosa

Fonte: França Junior, 2016.

A formação dos depósitos induzidos deste ponto, observando a evolução da malha urbana (França Junior, 2016, fig. 38 pag. 115), destaca-se que foi a bacia, ocupada desde 1940, e gradativamente, ocorreu um adensamento gradativo nos setores a

montante, corroborando com as informações de Dias-Oliveira op cit. e Gomes (2014) que destacam que esta bacia, é a mais urbanizada do ambiente urbano de Guarapuava.

Figura 5 Descrição visual do testemunho do arroio Carro Quebrado



Org: França Junior, 2016.

Sondagem 3- Bacia do Rio Cascavel

Esse ponto corresponde ao ambiente que recebe o maior volume de água e é um dos mais alterados dentro da bacia do rio Cascavel. O ponto fica próximo da ponte que liga a Vila Carli ao Jardim das Américas (fig. 06). No local ocorreu a tentativa de implantação de APP's, utilizando-se de espécies exóticas, e concomitantemente ocorrem vários pontos de bota-foras, bem como diversos locais com lençóis de aterramento para construções de casas sobre a grande planície de inundação do rio Cascavel. Cabe destacar que à montante do ponto o rio foi retificado num trecho de 500m, para melhor aproveitamento do terreno, e amenizar as enchentes que ocorrem periodicamente.

Figura 6 -Rio Cascavel, na ponte da Vila Carli para o Jardim das Américas na vazante e na cheia



Fonte: França Junior, 2016.

Quanto ao material coletado, os sedimentos possuem características marcantes de oscilação de lençol, representado pela grande quantidade de óxidos de ferro. Na camada superior

contém agregados soltos, pequenos fragmentos de plástico, carvões e matéria orgânica. No que tange às concreções férricas, Freire (2006) descreve:

A cor avermelhada do solo está, geralmente, relacionada a óxidos de Fe³⁺ desidratado, embora o MnO₂ e os óxidos de Fe³⁺ parcialmente hidratados, também, contribuam para a coloração vermelha. Como o Fe₂O₃ (hematita) é relativamente instável em condições úmidas, a coloração vermelha indica boa drenagem e boa aeração. Por isso, espera-se a ocorrência de solos vermelhos em superfícies convexas e sobre rochas permeáveis. Muitas vezes, no entanto, a coloração vermelha do solo é herdada do material de origem e não é devida ao processo pedogênico (FREIRE, op. cit., p.47).

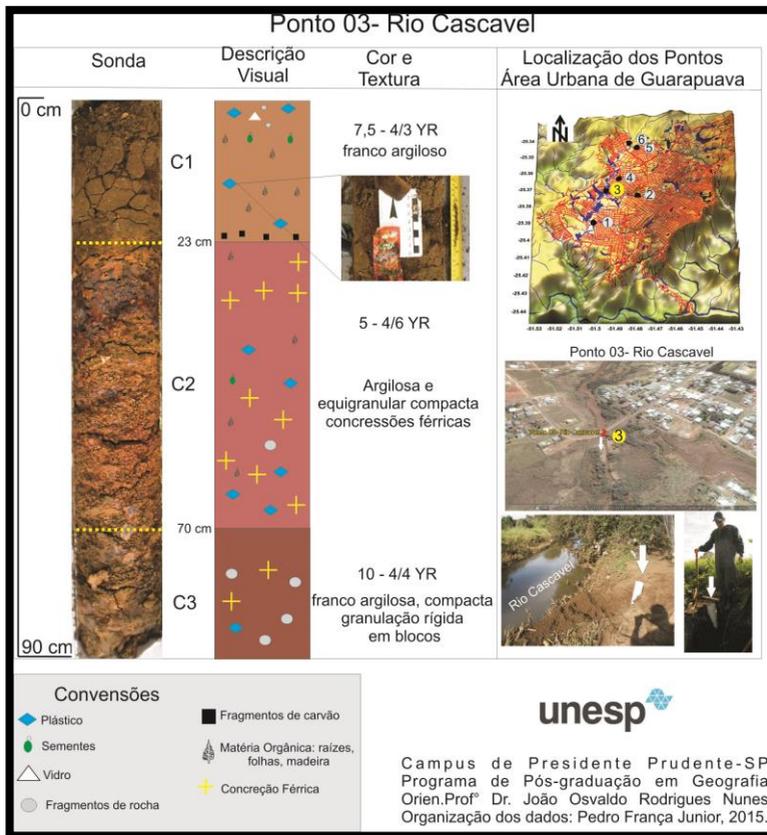
Em decorrência do material de origem, bem como do ambiente sedimentar, destaca-se ainda uma variação considerável dos teores granulométricos principalmente os valores de areia encontrados na margem do rio Cascavel (Tabela 3; Figura 7).

Tabela 3. Resultados em porcentagem (%) da análise granulométrica, realizada nas camadas pertencentes à amostra do depósito tecnogênico do rio Cascavel

Ponto 3	Argila		Areia		Silte		Classe Textural
	%	(g,kg ⁻¹)	%	(g,kg ⁻¹)	%	(g,kg ⁻¹)	
C1	39,2	392,9	42,7	427,7	17,9	179,2	Franco argiloso
C2	45,0	450,9	41,2	412,2	13,6	136,7	Argila
C3	41,9	419,9	31,7	317,4	26,2	262,5	Argila

Fonte: França Junior, 2016.

Figura 7 - Descrição visual do testemunho no rio Cascavel



Org: França Junior, 2016.

Ao analisar a ocupação no entorno do ponto, pode-se constatar que em 1970 foi o início, e a partir de 1980 ocorreu uma ocupação mais expressiva, nos bairros Vila Carli, Cascavel, Jardim das Américas.

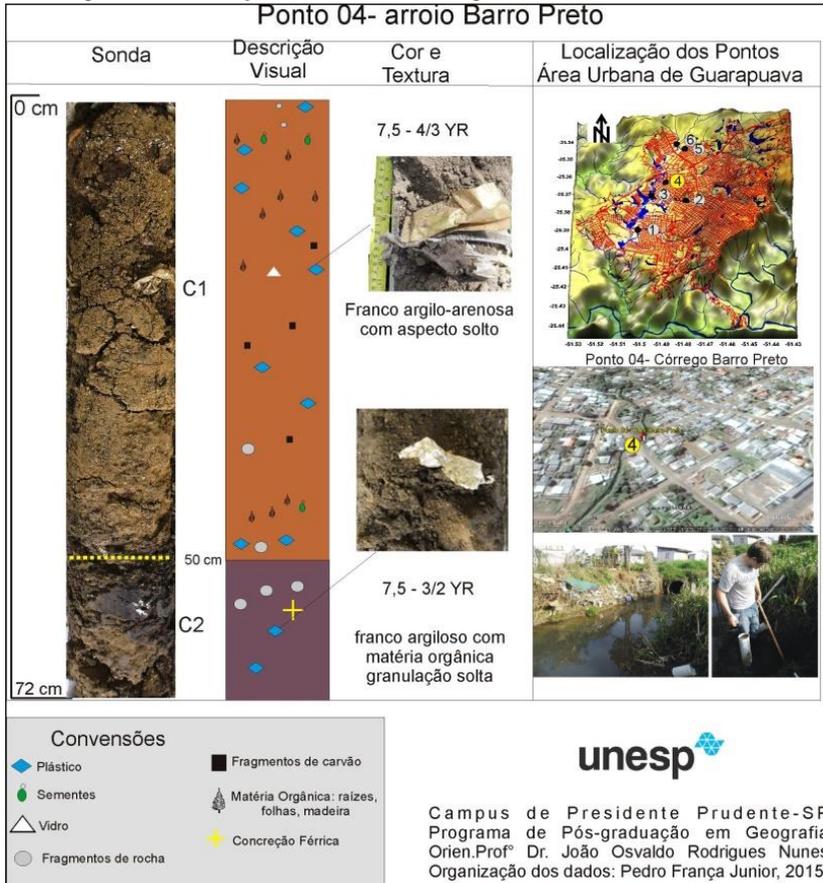
Sondagem 04- Sub-bacia do arroio Barro Preto

A bacia do arroio Barro Preto, de acordo com Gomes (2014), tem o uso do solo predominantemente urbano, apresentando matas ciliares degradadas, sendo encontradas paredes laterais de residências que servem como margens do canal. O canal fluvial apresenta vários trechos canalizados, sobrepostos por arruamentos e construções, que favorecem significativas alterações nas feições morfológicas fluviais em decorrência das obras setoriais realizadas pelos órgãos públicos e moradores. O autor registrou vazões, máxima de 1,317 e mínima de 0,069 m³/s.

O autor ainda salienta que as áreas urbanas potencializam alterações nos seus processos naturais. Os trechos fluviais têm sido alterados por meio do acúmulo de resíduos antropogênicos “líquido-sólidos” no canal. Dessa maneira as propriedades qualitativas dos sedimentos e da água têm sido modificadas em relação às suas características naturais.

O testemunho apresenta uma variação de tonalidades de cores e granulométricas, decorrentes de diferentes fases deposicionais (Tabela 4). No local da coleta, a quantidade de entulhos e lixo é relativamente grande, provocada literalmente por estar próximos de casas e ruas, antecedendo manilhas de drenagem (Fig.8).

Figura 8 Descrição visual da sondagem do arroio Barro Preto



Org: França Junior, 2016.

Tabela 4. Resultados em porcentagem (%) da análise granulométrica, realizada nas camadas pertencentes à amostra do depósito tecnogênico do arroio Barro Preto

Ponto 4	Argila		Areia		Silte		Classe Textural
	%	(g,kg ⁻¹)	%	(g,kg ⁻¹)	%	(g,kg ⁻¹)	
C1	31,9	319,9	53,5	535,9	14,4	144,0	Franco argilo arenosa
C2	40,5	405,3	31,5	315,7	27,8	278,8	Argila

Org: França Junior, 2016.

Dias-Oliveira (2012) observou a presença de materiais antropogênicos, descartados ao longo dos canais e que formam soleiras e barras transversais, impedindo o fluxo do canal em seções abertas e fechadas. Esses tipos de depósitos são comuns ao longo de todo o trecho do arroio, sendo que em várias seções fechadas a capacidade do escoamento canal tem sido diminuída. Pode-se considerar que as áreas de contribuições de materiais tecnogênicos no canal deve-se a fontes dispersas. Na Tabela 15 verifica-se a variação de depósitos tecnogênicos em amostras retiradas do leito do canal.

Quanto ao processo de formação deste depósito, observa-se (fig. 38) que a ocupação da bacia se deu principalmente a partir de 1970, se adensando nas décadas seguintes nos bairros: Vila Carli, Bom Sucesso (parte), Conradinho e São Cristovão.

Sondagem 5- Sub-bacia do arroio Monjolo

De acordo com Dias-Oliveira (2012), no arroio Monjolo as variações na linha de tendência são pequenas e podem estar associadas às atividades agrícolas, mais especificamente a processos erosivos intensificados, que ocasionaram o transporte e a deposição de sedimentos nos cursos fluviais. Essa variação também está relacionada com a própria variabilidade do sistema natural. Contudo, apesar de impactar a morfometria do canal fluvial do arroio Monjolo, a mudança é decorrente de atividades realizadas nas vertentes, e não diretamente no leito fluvial.

Gomes (2014) corrobora as informações de uso da terra dessa bacia no Quadro 9 em que apresenta que essa bacia tem 24,89% de áreas ocupadas com áreas urbanas e 48,02 % demonstra com áreas de remanescentes florestais bem como estepes. No entanto, essa é a sub-bacia que mais cresce com urbanização, como já relatado anteriormente, com a possível construção do shopping.

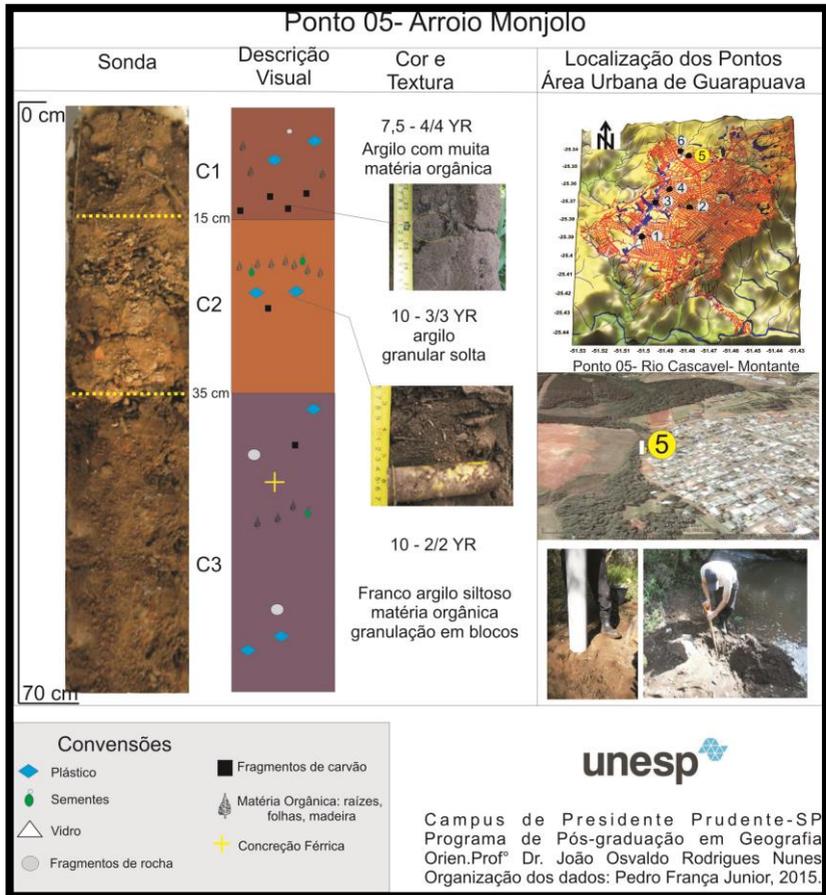
A vazão da bacia possui relação com os eventos de precipitação e Gomes registrou vazão máxima de 6,51 m³/s após evento de chuva com mais de 100 mm em 24 h em 21/06/2013 e mínima de 0,212 m³/s em período de estiagem de 08-09/2013. Esses valores contribuem para se compreender sua capacidade de transporte de sedimentos tanto em suspensão, quanto por rolamento, como relatado por Casa (2015).

Os resultados granulométricos desse ponto permitem prever a variação deposicional de cada sondagem. Suas características variaram gradualmente, não demonstrando características de solos, nem de faces aluvionares, com difícil

interpretação (fig. 9). O ponto por estar num ambiente de transição, próximo a parques e suas nascentes em processo de urbanização, não apresentou grandes quantidades de material tecnogênico, mas de sedimentos oriundos de erosões marginais e laminar, bem como uma grande quantidade de materiais lenhosos (folhas, fragmentos de galhos, restos de vegetação). Na Tabela 16 é possível verificar a variação granulométrica de cada camada dessa sondagem.

Quando ao processo de formação deste depósito, pondera-se que tenham se formado a partir de 1990 com o jardim Primavera, São Cristovão, e a partir de 2010 a construção do bairro Morro Alto, quando se inicia uma ocupação mais intensa, em 2015 com a construção do shopping. Em 2002 até 2014, esta foi à bacia que mais cresceu com o processo de urbanização, e de acordo com o que foi constatado por França Junior (2016) , terá um aumento significativo da malha urbana nos próximos anos.

Figura 9 -Descrição da sondagem no arroio Monjolo.



Org: França Junior, 2016.

Tabela 5. Resultados em porcentagem (%) da análise granulométrica, realizada nas camadas pertencentes à amostra do depósito tecnogênico do arroio Monjolo

Ponto 5 Camadas	Argila		Areia		Silte		Classe Textural
	%	(g.kg ⁻¹)	%	(g.kg ⁻¹)	%	(g.kg ⁻¹)	
C1	49,6	496,6	35,3	353,2	15,0	150,0	Argila
C2	51,0	510,9	28,7	287,4	20,1	201,6	Argila
C3	41,6	416,6	16,6	166,0	41,7	417,2	Argilo siltoso

Org: França Junior, 2016.

Sondagem 06- Sub-bacia do arroio Charquinho

Essa sondagem foi desenvolvida para se comparar com todos os outros testemunhos, bem como para se analisar os efeitos da urbanização sobre os ambientes de planícies fluviais pouco alteradas. A sondagem corresponde a um ambiente de várzea próximo ao curso d'água, havendo no seu entorno áreas de culturas temporárias e APP's. No entanto antes da coleta em 2013 começou a instalação da UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Estado do Paraná -, bem como a urbanização a partir de um loteamento¹² dos setores à montante da coleta, o bairro "Cidade do Lagos".

¹² Loteamento para aproveitar o momento da inauguração da UTFPR para a valorização dos lotes, bem como para especulação imobiliária. Futura área de instalação do hospital regional de Guarapuava.

Tabela 6. Resultados em porcentagem (%) da análise granulométrica, realizada nas camadas pertencentes à amostra do depósito tecnogênico do arroio do Charquinho

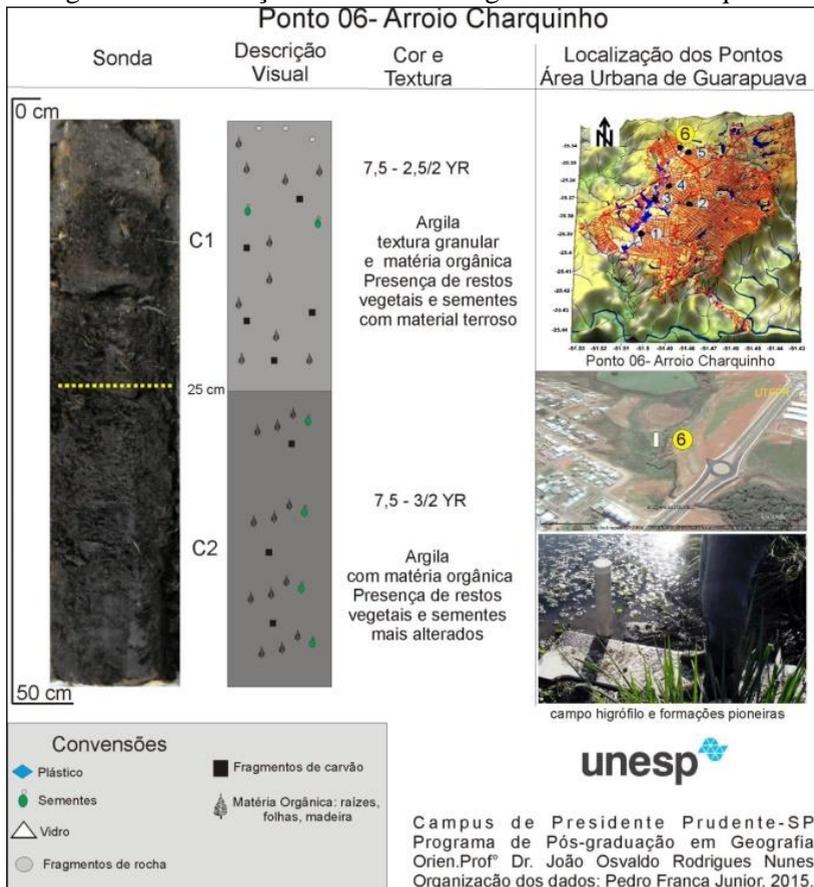
Ponto 6 Camadas	Argila		Areia		Silte		Classe Textural
	%	(g.kg ⁻¹)	%	(g.kg ⁻¹)	%	(g.kg ⁻¹)	
C1	57.4	574.6	19.5	195.9	22.9	229.4	Argila
C2	50.3	503.9	19.8	198.9	29.7	297.0	Argila

Org: França Junior, 2016.

Na sondagem (fig. 10) verifica-se grande quantidade de matéria orgânica até mesmo pelo tom escuro. Quanto às características granulométricas, as camadas possuem uma variação difusa, mas mantendo-se a classe textural de argila (Tabela 6). Em decorrência do clima subtropical temperado, a matéria orgânica é preservada e normalmente ocorrem nas planícies do município os Orgânossolos compostos por turfa, oriundos das variações paleoclimáticas do Holoceno, como já descrito por Silva (2013).

Quanto à análise da futura formação do depósito, constata-se na pesquisa de França Junior (2016) que o bairro Aldeia formou-se entre 2002 e 2014, mesmo assim, não interferindo de forma significativa no padrão sedimentar desta sub-bacia.

Figura 10 - Descrição visual da sondagem do arroio Charquinho



Org: França Junior, 2016.

Uma questão importante a destacar, é que recentemente (2015) foi lançado um projeto denominado de Guarapuava “Cidade dos Lagos”, onde foram aproveitados alguns ambientes de várzea da área urbana para transformar-se em lagos para fins

turísticos que já foi feito em outros locais. E um dos pontos escolhidos, foi às planícies do arroio Charquinho próximo à UTFPR. No local de onde foi retirada a amostra, já está completamente coberto por água (fig. 11).

Figura 11 -Remoção das áreas turfosas e terraplanagem para construção do lago no arroio Charquinho no bairro Aldeia e cidade dos lagos próximo da UTFPR, Guarapuava-PR. A seta amarela indica a posição aproximada da sondagem.



Org: França Junior, 2016.

Sendo assim, supõem-se que conforme já ocorreu no Parque das Nações, nas nascentes do arroio do Engenho, já citado, e em pesquisas de Viana et al (2000), Rossato (2000), Fugimoto (2001), Korb (2006) entre outros, em questão de anos estes lagos estarão assoreados com depósitos tecnogênicos induzidos, compostos com materiais distintos, pois todas as vertentes do entorno estarão urbanizadas. E até que este processo esteja engendrado, os sedimentos que irão compor o assoalho do reservatório serão de processos erosivos laminares de áreas com solos descobertos e de início de urbanização, sobrepondo-se ao material turfoso já encontrado.

Partindo-se para algumas discussões gerais sobre as bacias urbanas de Guarapuava, Dias-Oliveira (2012), discutindo os resíduos tecnogênicos, relata que todas as bacias do rio Cascavel em seus trechos urbanos apresentaram taxas médias e medianas de materiais tecnogênicos acima dos 15%, de um total de 32 amostras de sedimentos de leito, coletadas nos trechos fluviais.

Esses dados evidenciam grande quantidade de resíduos antrópicos que estão sendo inseridos ao longo dos leitos e margens dos canais urbanos em Guarapuava. O autor menciona que a sub-bacia do arroio Carro Quebrado exibe a distribuição mais homogênea das amostras coletadas, ao passo que as sub-bacias Barro Preto e do Engenho mostram maiores disparidades nas quantidades de materiais tecnogênicos ao longo do perfil longitudinal do curso fluvial. Todo esse material acaba por potencializar alterações tanto na qualidade da água como nos aspectos morfológicos dos canais fluviais.

Nota-se um acúmulo de resíduos sólidos ao longo do leito e margens do arroio, a instalação de residências a poucos metros do trecho fluvial. De maneira geral, na maior parte dos trechos fluviais os problemas continuam quase os mesmos, estando presentes resíduos antropogênicos no canal e ocupação de áreas de risco.

Referências

BORDAS, M. P.; SEMMELMANN, F. R. **Elementos de engenharia de sedimentos**. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ABRH), 2000. p. 915-943.

CARVALHO, N. O; FILIZOLA JÚNIOR, N.P; SANTOS, P.M.C; LIMA, J.E.F.W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL. 2000. 140p.

CASA, T. M. **A concentração e a carga de sedimentos em suspensão em bacias hidrográficas com diferentes tipos de uso da terra em Guarapuava-PR**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Geografia- UNICENTRO. Guarapuava-PR, 2015. 112p.

CHIN, A. **Urban transformation of river landscapes in a global context**. Texas, USA. 2006. Geomorphology. n° 79 -pag. 460–487

DIAS-OLIVEIRA. **Impactos da urbanização na geometria hidráulica de canais fluviais da bacia hidrográfica do rio Cascavel, Guarapuava**. Dissertação de Mestrado em Geografia- UNICENTRO, Guarapuava, 2011.

FRANÇA JUNIOR, P.. **Análise do uso e ocupação da bacia do córrego Pinhalzinho II utilizando geoindicadores, Umuarama-PR, 1970-2009**. Maringá, 2010. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá-PR. 90p.

FRANÇA JUNIOR, P. **YouTube- Desassoreamento do rio Cascavel em Guarapuava** 29/09/2018:
<https://www.youtube.com/watch?v=UH00DY3oe30>

GOMES, E. S. **Dinâmica hidrológica fluvial em bacias hidrográficas com diferentes taxas de impermeabilização do solo em**

Guarapuava-PR. Dissertação de mestrado PPG- UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2014. 171pag.

KORB C. C. Identificação de depósitos tecnogênicos na barragem Santa Bárbara, Pelotas (RS). 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

LEOPOLD, Luna Bergere. **Land use and sediment yield.** In: Man's role in changing the face of the Earth: Second annual Wenner-Gren Symposium. 1956. p. 639-647.

LIMA, A. G. Morfologia da rede de drenagem do rio Cascavel e sua potencial interação hidrosedimentar com o ambiente urbano de Guarapuava: notas preliminares. Revista Ciência e Natura- UFSM v.33 n.2. Santa Maria-RS, 2011.

MARQUES, D.M.; SILVEIRA, A.L.L.; GEHLING, G. Resíduos Sólidos na drenagem pluvial urbana. In RIGUETO, A. M. **Manejo de águas pluviais urbanas.** Rio de Janeiro- ABES, 2009.

MINEROPAR – FAMEPAR - Prefeitura Municipal de Guarapuava. **Geologia do planejamento – Plano Diretor de desenvolvimento urbano de Guarapuava.** Prefeitura Municipal de Guarapuava, 1992.FERNANDES, A.R; LIMA, H.V. Manejo e conservação do Solo e da água. Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2007. 15 p

NIR, D. Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology. Springer Science e Business Media, 1983.

OLIVEIRA, A. M. S. Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR. São Paulo. 1994. 2v. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, A. M. S; QUEIROZ NETO, J.P. **Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista.** Boletim Paulista de Geografia nº 73, São Paulo, 1994.

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo.** São Paulo, 1998: Xamã.

PELOGGIA, A. U. G. **Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografia dos solos e depósitos tecnogênicos.** In: PELOGGIA, A. U. G. **Manual Geotécnico 3: Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana (I).** São Paulo: [s.n.], p.35-50. 1999.

PELOGGIA, A. U. G; SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. **Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action.** Quaternary and Environmental Geosciences. 2014. 05(2): 67-81.

PRICE, S. J; FORD, J. R; COOPER, A.H; NEAL, C. **Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain.** The Royal Society Journal. Vol.369, 1056-1084. 2011.

ROSSATO, M.S. **Assoreamento e formação de depósitos tecnogênicos na barragem Lomba do Sabão, Porto Alegre e Viamão – RS.** 2000.66f. Monografia da Graduação- DEGEO- UFRGS. Porto Alegre, 2000.

TUCCI, C. E. M; (org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Porto Alegre, 1997. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Editora, ABRH.

_____. **Inundações e drenagem urbana. Inundações Urbanas na América do Sul.** ABRH, Porto Alegre, 2003. 45-150.

Conectividade de estradas rurais e rios e sua dinâmica geomorfológica em bacias hidrográficas rurais

Pedro França Junior

Márcia Cristina Cunha

O objetivo deste capítulo é destacar os efeitos hidrogeomorfológicos das estradas rurais não pavimentadas. No decorrer do capítulo, estão descritos processos e efeitos causados em estradas rurais, com um exemplo de caso da bacia do rio Guabiroba em Guarapuava. Destacam-se no capítulo, a relação do uso da terra e as estradas rurais; a produção de sedimentos por escoamento; a interceptação de drenagem por estradas superficial e subsuperficial e a conectividade de estradas com rios.

Aspectos Gerais sobre estradas rurais

Dentre os elementos criados pelo homem na paisagem como propulsora de desenvolvimento, as “estradas rurais” se destacam (Blanton & Marcus, 2009; Laurence et al 2014; Wemple et al, 2017), pois servem de conexão com os centros urbanos e para dar acesso e suporte as atividades de uso da terra em áreas rurais, tais como agropecuária e produção madeireira (Freitas et. al, 2009, 2010). Além da função de mobilidade, as estradas estão dispostas na paisagem em forma de redes e se conectam com os sistemas de drenagem dispostos no relevo,

formando um mosaico de conexões- conectividade (FORMAN, 1998).

De acordo com Forman (2003) as estradas se conectam em rede, variam na forma e no propósito. Os serviços oferecidos pela estrada determinam fortemente a forma da rede viária. Um exemplo, traçados retilíneos servem para fins residenciais, já os dentrícos suportam atividades rurais do setor madeireiro em áreas montanhosas. Os padrões ramificados da rede viária em terreno montanhoso são formados em parte pela conformação das estradas com os fundos de vale e as colinas, assim como os limites definidos pela declividade sobre as estradas que cruzam por montanhas.

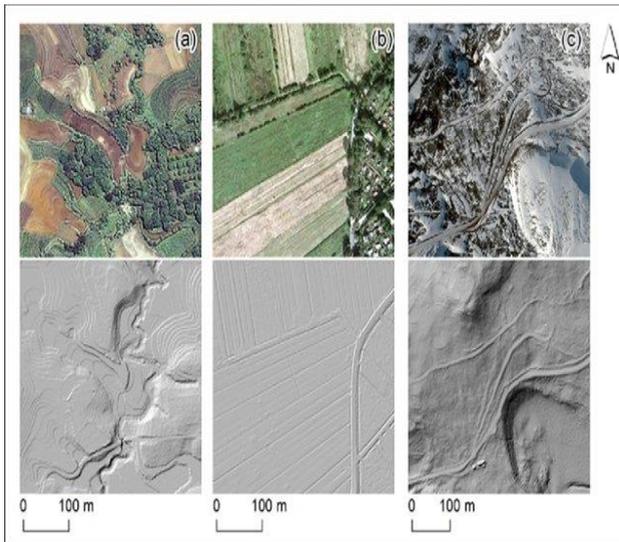
Além disso, muitas vezes, a rede viária é construída em diferentes formas do relevo, tais como áreas montanhosas, encostas, terraço fluvial e próximo ao sistema de drenagem. A distribuição dessas vias em diferentes setores da vertente e sua tendência em cruzar a rede de drenagem afetam o movimento da água e sedimento na bacia (Luce; Wemple, 2001; Chappell, 2010).

Em áreas no início da ocupação, ou pré-assentamento para a agricultura (Foley et al, 2005; Ellis, 2013), as florestas fornecem as subsistências, mas começam a criar os caminhos, conectando áreas de alteração aos pontos de fixação (Forman, 1998). Isso decorre da necessidade subsequente de comunicação entre os assentamentos. Esse tipo de estrutura é, portanto, tão antigo quanto à sociedade organizada da humanidade, e são estas que impulsionam a formação de estradas rurais (NIR, 1983).

Sendo assim, conforme as necessidades e a dinâmica do uso da terra de cada paisagem, irão se configurando as estradas, que podem suprimir, mudar ou aumentar no tempo (França Junior e Thomaz, 2018). Desta forma o uso da terra é um fator de dinâmica que proporciona mudança na conectividade dentro da bacia hidrográfica (Fu et al, 2010). Os usos estão dispostos em mosaicos, que quanto mais se diferenciam no tempo mais se desconectam, mas que seguem conectadas por rios e estradas (LANE, et al, 2006).

Conforme Tarolli e Sofia (2016) as estradas formam cicatrizes permanentes na paisagem (fig. 01) e facilitam o desmatamento e a fragmentação da floresta, devido ao aumento da acessibilidade, que corroboram com a dinâmica do uso e cobertura da terra (FREITAS et al, 2010). Elas são implantadas em áreas afastadas, ou nas áreas fronteiriças, dando um importante suporte para o desmatamento e a consequente fragmentação do habitat, incêndios florestais, caça excessiva e outras degradações ambientais, muitas vezes com impactos irreversíveis nos ecossistemas (LAURENCE et al, 2014).

Figura 1 – Uso da terra e destaque para as assinaturas no relevo por estradas rurais.



Fonte: Tarolli e Sofia (2016)

Como já mencionado, estradas rurais permitem o deslocamento de pessoas, veículos e animais, contribuindo assim com as necessidades básicas da sociedade. Os estudos sobre estradas rurais e seus processos podem fornecer amparo técnico para uma gestão ambiental mais eficiente e contribuir para amenização dos problemas ambientais causados pelas atividades humanas.

Conectividade das estradas com rios

Segundo Thomaz et al. (2014), as estradas que transpõem os rios (stream crossings), fazem com que as águas escoadas em

seu leito cheguem rapidamente aos canais de drenagem, aumentando rapidamente a vazão se tornando uma rede hidrográfica acessória. Assim, as estradas são elementos de conexão direta entre a vertente e o canal fluvial, influenciando no balanço de sedimento de bacias hidrográficas.

O efeito hidrológico das estradas depende de muitos fatores, incluindo a posição das estradas na vertente, o desenho das estruturas de drenagem que afetam a rota da água através da microbacia, e a proporção de área ocupada pelas estradas (GUCINSKI et al., 2001). Assim, as estradas podem ser elementos de conexão direta entre a vertente e o canal fluvial, influenciando no balanço de sedimento da bacia (FU et al, 2010). Fu et al, Op. Cit. destacam que o tipo do leito das estradas e o número de vezes que cortam os rios são fundamentais para o escoamento superficial e a produção da turbidez.

Os cruzamentos não são produzidos de forma aleatória, estão relacionados à topografia do ambiente, densidade de drenagem, estrutura agrária, histórico de ocupação e a dinâmica do uso da terra (Lane et al, 2006; França Junior e Thomaz, 2018) que interagem reciprocamente, interferindo na criação, modificação e intensificação das estradas num dado ambiente (Jones et al, 2000) funcionando como um ecossistema (Lugo e Gucinski, 2000).

Conforme a densidade de drenagem e o de estradas, se analisadas conjuntamente como elementos de conectividade na bacia, podem interferir nos índices morfométricos tais como: densidade de drenagem e extensão do percurso superficial (Horton, 1945) e no coeficiente de manutenção (Schum, 1956).

Um exemplo vem da pesquisa de França Junior e Thomaz (2018), onde a densidade de drenagem aumentou em 30% com a inclusão das estradas. Entretanto, nem todas as estradas e trechos servem, ou exercem papel de canal, ou até mesmo cruzam por canais. Um exemplo, são as regiões planejadas como o Noroeste do Paraná, onde as estradas rurais são majoritariamente distribuídas por interflúvios. Nesta região quase não ocorrem cruzamentos de estradas com rios, em decorrência do padrão de relevo e da organização agrária com base no planejamento (Coy et al, 2017).

A conectividade de estradas com rios (stream-crossing) foram objetos nas pesquisas de Wemple (1994); Jones et al (2000); E no Brasil por Freitas et al, (2009, 2010); Cunha (2014, 2016) Thomaz e Peretto (2016) França Junior e Thomaz, (2018), onde os autores descrevem como a conexão interfere na dinâmica dos rios.

Escoamento e Intercepção fluxos superficial e subsuperficial por estradas

Além de cruzar, existem estradas que capturam drenagens, pois ao executar obras de terraplanagem em estradas de áreas montanhosas, alguns projetos topográficos cortam a vertente transversalmente/paralelamente. Ao cortar e remover os solos em áreas de topografia montanhosa, as vezes chega até o nível do lençol freático, que aflora no corte, e a água passa a fluir sob as estradas como um rio. Ainda pode acontecer da drenagem ao invés de correr naturalmente no seu canal, é capturada e passa a escoar sob as estradas, como num canal acessório, ou seja, ocorre uma mudança de seu curso.

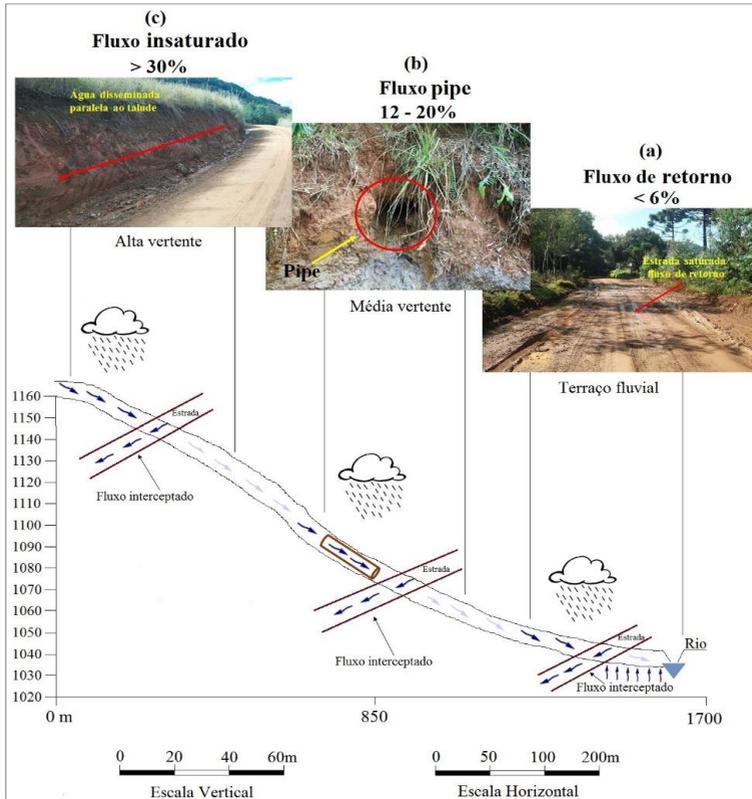
Em contraste com as formas fluviais naturais, o traçado das estradas não pavimentadas depende também dos fatores antropogênicos. O fluxo de água nas estradas não pavimentadas, nem sempre correspondem aos processos naturais que ocorrem nos leitos dos rios, tornando-se, assim, uma rede de drenagem artificial que complementa o sistema de drenagem natural da bacia hidrográfica (WALDYKOWSKI e KRZEMIEN, 2013).

Sobre este aspecto a pesquisa de Wemple et al (2017) destaca os seguintes impactos: hidrológicos, na alteração do fluxo de sedimentos, produção e entrega de sedimentos nos rios; impactos ec hidrológicos, com efeitos de carregamento de sedimentos em sistemas aquáticos, degradação da qualidade da água, obstrução dos canais e conectividade da paisagem, e outros impactos como a disseminação de vegetação exótica ao longo de áreas desmatadas.

Além dos efeitos de interceptação, existem os problemas erosivos e produção de sedimento na superfície das estradas. Griebeler (2002) corrobora a informação de que as estradas não pavimentadas são fonte de processos erosivos expressivos, alteram as características naturais do terreno, modificando o percurso natural do fluxo superficial e subsuperficial, alterando a capacidade de infiltração da água no solo e, em alguns casos, concentrando águas advindas de áreas adjacentes, funcionando de maneira semelhante a um canal de drenagem.

A pesquisadora Cunha (2016) descreve que uma das formas mais evidentes que as estradas não pavimentadas apresentam na conexão vertente e rio é por meio da interceptação do fluxo superficial e sub-superficial. Mais detalhes podem ser visualizados na figura (02).

Figura 2 - Tipos de Fluxo em cortes de estradas



Fonte: Cunha (2016)

Sidle e Ziegler (2012) argumentam que no Sudeste da Ásia, por exemplo, a perda do solo e a erosão em estradas rurais com consequente depósito nos rios locais são atribuídas ao desmatamento generalizado, à implantação de estradas mal planejadas e a falta de sistemas de drenagem, levando à desestabilização do solo e encostas

Dependendo das condições topográficas em cada trecho da estrada, ocorre uma produção de sedimentos na ordem de 4,97 kg/m²/ano da pesquisa de Schultz et al (2012) e utilizando modelagem, e até 5,7 kg/m²/ano no trabalho de Ramos-Scharrón e Macdonald (2007) com medidas em campo.

A conectividade de estradas rurais com rios (*Streamcrossings*) no córrego Guabiroba em Guarapuava - PR

A bacia do rio Guabiroba possui 23,74 km², com 90,41 km de estradas e 177,14 km de rios perenes e intermitentes de até 4^a ordem conforme classificação de Strhaler (1957), com disposição predominante é de leste para oeste, sendo afluente da margem esquerda do rio das Pedras (Cunha, 2016) (Figura 03).

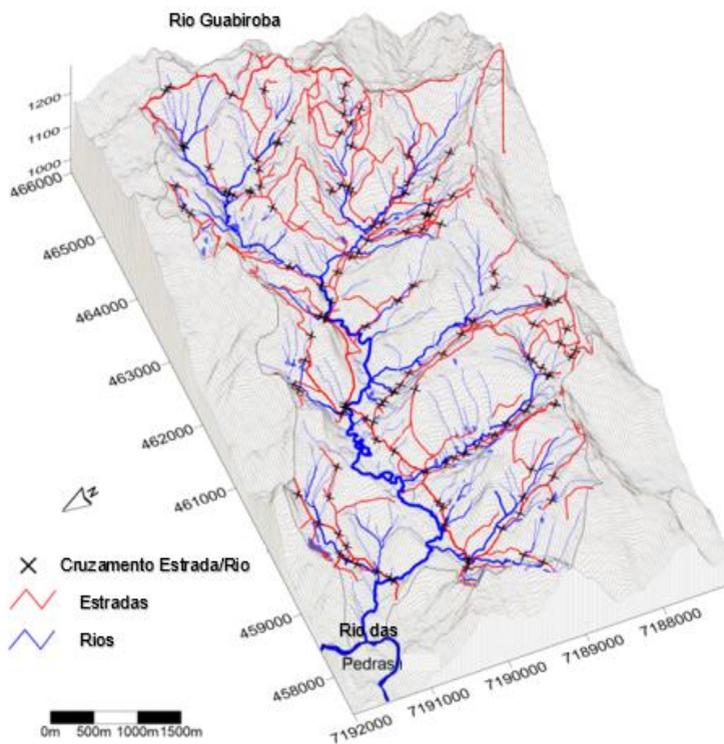
De acordo com Thomaz et al. (2011) e Cunha et al (2013) esta bacia possui características rurais, marcadas pelo uso de pequenos agricultores que produzem alimentos para subsistência, aliadas a monoculturas de silvicultura e culturas temporárias: soja, milho, aveia; e atividades de lazer e por consequência um sistema viário composto por estradas rurais, caminhos e carreadores não pavimentadas, o que contribui para entrada interceptação de canais e produção de sedimentos nos rios que estas cruzam.

Além das questões relacionadas acima, Kerneski e Cunha (2014) em entrevista com os moradores da bacia do rio Guabiroba salientam que esta é constituída por grande número de córregos e rios que cortam as estradas. E na existência de grande quantidade de chuvas os rios e córregos transbordam suas margens principalmente nas pontes e bueiros, ficando as localidades isoladas nos períodos chuvosos.

Conforme Thomaz, (2007b) esta bacia possui um uso da terra fragmentado e dinâmico por conta dos padrões de uso, com pastagens para gados de corte e leiteiro, extrativismo vegetal, agricultura temporária e culturas de subsistência com práticas de roça de toco, erva mate e fruticultura.

O substrato rochoso é o da Formação Serra Geral grupo São Bento, composta por rochas ígneas extrusivas básicas na base e ácidas no topo em forma de trap (Frank et al, 2009). Quanto aos aspectos geomorfológicos, a região está situada na Morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, Morfoescultura do Terceiro Planalto Paranaense e na subunidade do Planalto de Foz do Areia-Ribeirão Claro (Santos et al, 2006).

Figura 3 - Distribuição de estradas rurais e drenagem com pontos de cruzamento, na bacia hidrográfica do rio Guabiroba



Org. Autores, 2020.

Quanto a bacia do rio Guabiroba, Cunha (2016) descreve que, apresenta relevos de gradientes acentuados, com cumes côncavos, vertentes íngremes, e vales encaixados. Caracteriza-se por encostas íngremes e 65% da bacia apresentam altitudes superiores a 1.145m. A predominância de declividade na bacia refere-se às classes $> 12\%$ somando 66,54% da área

principalmente nos setores de Terraço Fluvial, Patamares, Topos e subsidiariamente em alguns setores de Vertente convexa. As classes $\leq 12\%$ representam 33,4% da área de estudo e estão presentes próximos aos cursos fluviais. Sendo assim, a bacia pode ser caracterizada com os terrenos de declividades média, predominante (12 a 20%), a média/alta (20 a 30% e $\geq 30\%$). Essas declividades são mais frequentes nos segmentos de vertentes convexas geralmente em setores laterais aos Patamares. Em termos de cotas a bacia possui 60% aproximadamente de suas áreas entre 1040 e 1160m de altitude (THOMAZ, 2007).

Como discutido acima, o relevo possui alguns compartimentos relacionado às variações litológicas da região entre rochas ácidas e básicas (Frank et al, 2009) que formam escalonamentos de um derrame de basalto para outro, criando patamares no relevo com diferentes níveis de erosão (Paisani et al, 2008).

Os solos em vertentes convexas dissecadas por onde cruzam algumas estradas, são compostos pela associação de Cambissolos Álicos e Neossolos Litólicos Álicos, com textura argilosa ($>35\%$ de argila), sob domínio das Florestas de Araucárias (MENDES & CASTRO, 1984, EMBRAPA, 2006). E ocasionalmente ocorre afloramento de rochas em passagens de patamares, e em setores onde o leito das estradas foi aprofundado e cortado para o seu desenvolvimento (THOMAZ E PEREIRA, 2013).

O clima predominante na região é subtropical úmido do tipo Cfb – Clima temperado propriamente dito, apresentando clima chuvoso, inversos moderados com presença de geadas e verões moderadamente quentes. Na do período de 1976 a 2012, a média anual da temperatura foi de 17,1°C e a pluviosidade de 1.916,1 mm, respectivamente (THOMAZ E VESTENA, 2003).

Na bacia do Rio Guabiroba a densidade de drenagem é de 3,4 km/km². De acordo com Villela e Mattos (1975), a densidade de drenagem varia de 0,5 km/km² com bacias de drenagem baixa a 3,5 km/km² ou mais, em bacias bem drenadas, ou seja, a bacia do Rio Guabiroba caracteriza-se como bem drenada. Em um estudo feito por Cunha et al, (2014) foi constatado que a densidade de estradas é de 4,02 km/km², ou seja, maior do que a rede de drenagem natural. Somando-se a rede drenagem natural e a rede viária a extensão atinge 181,51 km, aumentando a densidade para 7,5 km/km². Portanto, com acréscimo da densidade total com a inclusão das estradas foi 54% superior de quando se considerou apenas a drenagem natural. Por sua vez estima-se que a área ocupada pelas estradas e caminhos é de aproximadamente 43ha, considerando uma largura média de 4,5 m. Sidle e Ziegler (2012) argumentam que estradas mal planejadas e construídas sem sistemas de drenagem, associadas a declividades elevadas, aceleram processos de erosão do solo. Sendo assim as estradas inseridas no meio rural devem ser integradas a paisagem, e sempre que possível agregadas às práticas de manejo e uso do solo das regiões lindeiras.

Relação do uso da terra e o cruzamento de estradas rurais com rios na bacia do rio Guabiroba

A dinâmica do uso da terra na bacia do Guabiroba interfere nas relações de conectividade da bacia. Seja para silvicultura que variam do cultivo ao corte, desbaste e colheita, ou para culturas anuais, que ocorre à necessidade de movimentação de cargas por meio de caminhões e tratores. As necessidades impostas pelas questões econômicas levam a modificação dos usos em setores e posições topográficas, bem como pelos avanços tecnológicos dos

equipamentos automecânicos que permite plantar e colher em áreas com maior declividade (FRANÇA JUNIOR E THOMAZ, 2018).

Conforme os autores, uso da terra no decorrer de 1980-2002-2016, favoreceu mudanças nas características do cruzamento de estradas com drenagem com a criação de estradas em setores topográficos mais elevados, cruzando por canais de primeira e segunda ordem em áreas com maior declividade.

De acordo com Freitas e Metzger (2007) as áreas de menor altitude possuem as menores declividades e correspondem as áreas mais propícias às atividades de agricultura, ou seja, as estradas localizadas em propriedades rurais, usadas para escoamento da produção agrícola, raramente ocorrem em áreas declivosas. No entanto, na bacia do rio Guabiroba, em decorrência que mais de 40% da bacia se encontrar em áreas acima de 20% de declividade (Thomaz, 2005) terão estradas cortando estes setores, principalmente de forma perpendicular aos vales e cruzando pelos canais efêmeros e intermitentes e até mesmo capturando drenagens como destacado por Cunha (2016).

A pesquisa de Freitas e Metzger (2007) corrobora o grau de conectividade e densidade das estradas, bem como o padrão espacial da densidade de estradas por padrão de relevo. O resultado da pesquisa de França Junior e Thomaz (2018) demonstrou que ocorre um aumento da densidade de estradas ao longo dos anos pesquisados, das cotas topográficas mais altas para as mais baixas, de acordo com os autores, em decorrência da forma do relevo de planície, aonde as variações topográficas são menores, favorece a construção de estradas retilíneas ao longo dos vales.

Na bacia do rio Guabiroba, ocorreu um processo similar a de Freitas e et al (2007) no que tange a efetivação das estradas principais, no entanto nas estradas secundárias, ocorreu efeito inverso. Na bacia do rio Guabiroba, teve um aumento de estradas e o de cruzamentos de estradas com canais em áreas de cotas superiores, em áreas declividades acentuadas, e em canais de primeira e segunda ordem conforme pesquisa de França Junior e Thomaz (2018).

Estes resultados discutidos acima, pode tem relação com a seguinte conclusão? “Conforme as dinâmicas temporais e espaciais do uso da terra na bacia, vão criando-se mecanismos estruturais para acessar, dar suporte e produzir. Ao ocorrer esta dinâmica econômica, ocorrem às necessidades de criar caminhos, estruturas para chegar e sair com os produtos gerados no local, até mesmo em locais com condições topográficas de difícil acesso” (FRANÇA JUNIOR E THOMAZ, 2018).

Deve-se levar em consideração também, no que tange aos cruzamentos de estradas com rios “stream crossings”, são as questões históricas de ocupação, que uma vez definido o traçado da mesma, estas se mantêm, mas que pode ser modificada ao longo do tempo. As dimensões de estradas principais da bacia do rio Guabiroba não mudaram significativamente, apenas 3km de 1980 para 2002. No entanto as estradas secundárias tiveram incremento de 8 km de 1980 para 2016, que pode estar relacionado à fragmentação do uso da terra na bacia (FRANÇA JUNIOR E THOMAZ, 2018). Na pesquisa de Goer et al (2012) o autor destaca que o aumento da silvicultura necessita de estradas para retirada da madeira a cada 5, 10 anos, o que corrobora o aumento de estradas secundárias na bacia do rio Guabiroba.

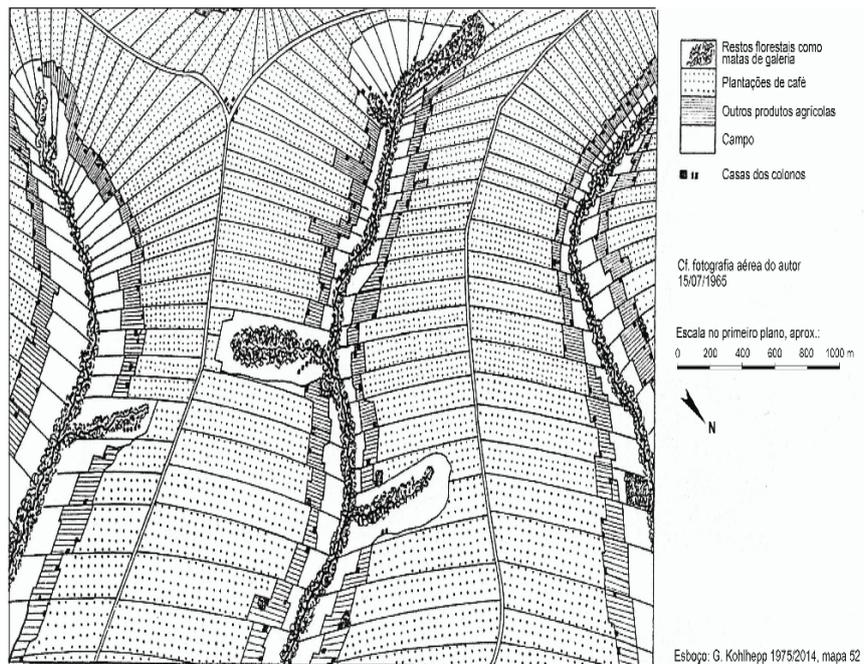
Jones et al (2000) destacam que os cruzamentos estão relacionados com a topografia da paisagem e a densidade de

pontos com as características hidrológicas locais de topografia. Na bacia do rio Guabiroba, conforme França Junior e Thomaz (2018), percebe-se que existem uma densidade alta de cruzamentos, principalmente nos canais de 1 e 2ª ordem entre as cotas 1028-1178 e declividades de 6-12 e 12-20%, que de acordo com Thomaz (2005) e Cunha (2016) são as classes que predominam em área na bacia.

Um exemplo, de como o número de cruzamentos (stream crossings) pode mudar de um ambiente Geográfico para o outro é destacado a seguir.

No norte e noroeste do estado do Paraná nos municípios colonizados pela CMNP- Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (Kohlhepp, 2014) as estradas seguem um modelo de conectividade diferente na paisagem. Nessa região o processo de colonização foi mais recente (1950) e planejado, e as condições topográficas em relevo suave ondulado foram propícios para o planejamento. As estradas principais são construídas sobre os interflúvios da bacia e as estradas secundárias/caminhos seguem do interflúvio até as sedes de cada propriedade no setor da média vertente, que eliminam gastos com manilhas, pontes e etc. Analisando os mapas de uso da terra produzidos por França Junior e Souza (2010) na região de Umuarama em toda a bacia de 180km² foram verificados apenas 4 cruzamentos com drenagem. Este fato nos remete a pensar sobre a dinâmica ambiental e a forma de organização relacionada com o processo de ocupação (Kohlhepp, 2014), bem como das condições topográficas favoráveis a este planejamento (figura 4).

Figura 4 - Estrutura agrária de terras rurais planejadas. Obs. As estradas ficam no divisor de águas.



Fonte: KOHLHEPP, 2014.

Deve-se levar em consideração que as mudanças no uso da terra interferem na conectividade da bacia, sejam elas naturais (drenagem) e antrópicas (estradas rurais), principalmente nos usos permanentes e de ciclos longos. Nesses usos, interferem na criação, modificação e subtração de estradas.

As estradas interferem na densidade de drenagem, pois criam e interceptam canais nas vertentes, contribuindo com escoamento superficial rápido e concentrado, que dependendo da dinâmica do uso da terra, chegam rapidamente até os canais de drenagem. Com isso alteram o coeficiente de manutenção das drenagens e a diminuição do percurso do escoamento superficial que são considerados parâmetro morfométricos essenciais para o entendimento das dinâmicas naturais de bacias hidrográficas.

Assim, as estradas rurais desempenham um papel fundamental na ligação de áreas separadas, alterando, assim, a resposta hidrológica natural da bacia hidrográfica. Estas estradas interceptam o fluxo subsuperficial e o redirecionam para os canais fluviais, resultando em um tempo de resposta hidrológica mais rápido em comparação com o fluxo de água subsuperficial transferido por meio do solo.

O planejamento de estradas rurais é fator imprescindível para evitar problemas ambientais de produção de sedimentos e possivelmente degradação ambiental dos rios. O uso de geotecnologias pode facilitar a organização do espaço e aprimorar a dinâmica do uso da terra e amenizar os problemas ambientais causados pela construção e gerenciamento de estradas rurais.

Além disso, as estradas rurais promovem um registro na topografia das paisagens, provocando a formação de terrenos tecnogênicos alongados e escavados e as vezes aterrados. Estas percorrem ao longo de milhares de quilômetros no mundo todo,

caracterizando-se também como um registro das atividades humanas na superfície terrestre, um registro da topografia antropogênica no Antropoceno/Tecnógeno, bem como na erosão atual dos continentes.

Referências

BLANTON, P., & MARCUS, W. A. Railroads, roads and lateral disconnection in the river landscapes of the continental United States. *Geomorphology*, 112(3), 212-227. (2009).

BRANNSTROM, C., Rethinking the ‘Atlantic Forest’ of Brazil: new evidence for land cover and land value in western São Paulo, 1900–1930. *Journal of Historical Geography* 28, 420–439. 2002.

CHAPPELL, N. A. Soil pipe distribution and hydrological functioning within the humid tropics: a synthesis. *Hydrol. Process.*, v. 24, n.12, p. 1567-1581, 2010. doi:10.1002/hyp.7634.

CHOMITZ, K. M., & GRAY, D. A. Roads, land use, and deforestation: a spatial model applied to Belize. *The World Bank Economic Review*, 10(3), 487-512. 1996.

COY, M; KLINGLER, M; KOHLHEPP, G De. Frontier até pós-frontier: regiões pioneiras no Brasil dentro do processo de transformação espaço-temporal e sócio-ecológico. *Revista Confins* nº30. (2017).

CUNHA, M. C. Processos hidrológicos subsuperficiais influenciados por cortes de estradas não pavimentadas. 2016. Tese de Doutorado, UFPR. Curitiba- PR. <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/43229>

CUNHA, M. C. OLIVEIRA, F. A. THOMAZ, E. L. **Interceptação de fluxo subsuperficial causado por estradas rurais na bacia do Rio Guabioba, Guarapuava-PR.** Revista Geonorte, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.112– 117, 2014.

ELLIS, E. **Land-use and land-cover change.** Retrieved from http://editors.eol.org/eoearth/wiki/land-use_and_land-cover_changes. (2013).

SOLOS, Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

FOLEY, J. A., DEFRIES, R., ASNER, G. P., BARFORD, C., BONAN, G., CARPENTER, S. R., ... & HELKOWSKI, J. H. **"Global consequences of land use."** Science 309.5734 (2005): 570-574.

FORMAN, R. T., & ALEXANDER, L. E. **Roads and their major ecological effects.** Annual review of ecology and systematics, 29(1), 207-231. 1998.

FORMAN, R. T. **Road ecology: science and solutions.** Island Press. 2003.

FRANÇA JUNIOR, P; THOMAZ, E. L. **Land-use changes and the increase in the number road-stream crossings in a rural basin south of Brazil.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 19, n. 4, 2018.

FRANK, H. T., GOMES, M. E. B., & FORMOSO, M. L. L. **Review of the areal extent and the volume of the Serra Geral Formation, Paraná Basin, South America.** Pesquisas em Geociências, 36(1), 49-57. (2009).

FRANSEN, P. J., PHILLIPS, C. J., & FAHEY, B. D. **Forest road erosion in New Zealand: overview.** Earth Surface Processes and Landforms, 26(2), 165-174. 2001.

FREITAS, S. R., HAWBAKER, T. J., & METZGER, J. P. **Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest.** *Forest Ecology and Management*, 259(3), 410-417. 2010.

FREITAS, S. R.; TEIXEIRA, A. M. G; METZGER, J. P. **Study of the relationship between roads, relief, land use, and natural vegetation in the Íbiuna Plateau - SP, focusing on landscape ecology.** *The Brazilian Journal of Nature Conservation*. October, 2009- vol.7-nº2. 2009.

FU, B. NEWHAM, L. T. H. RAMOS-SCHARRÓN, C. E. A. **A review of surface erosion and sediment delivery models for unsealed roads.** *Environmental Modelling e Software* 25, 1-14, 2010.

GUCINSKI, H., M. FURNISS, R. ZIEMER, AND M. BROOKES. **Forest roads: A synthesis of scientific information.** U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oreg. General Technical Report PNW-GTR-509. 2001. <http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr509.pdf>

GLUFKE, C., FINGER, C. A. G., & SCHNEIDER, P. R. **Crescimento de Pinus elliottii Engelm sob diferentes intensidades de desbaste.** *Ciência Florestal*, 7(1), 11-25. 1997.

GOERL, R. F., SIEFERT, C. A. C., SCHULTZ, G. B., DOS SANTOS, C. S., & DOS SANTOS, I. **Development and Application of Landscape Fragmentation and Connectivity Index to Watershed Analysis.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, 4(5), 1000-1012. 2012.

GRIEBELER, N. P. **Modelo para o dimensionamento de redes de drenagem e de bacias de acumulação de água em estradas não pavimentadas.** Viçosa: UFV, 2002.

HORTON, R. E. **"Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology"**. Bulletin of the Geological Society of America, v. 56, p. 275-370. 1945.

JONES, J. A., SWANSON, F. J., WEMPLE, B. C., & SNYDER, K. U. **Effects of roads on hydrology, geomorphology, and disturbance patches in stream networks**. Conservation Biology, 14(1), 76-85.2000.

KERNISKI, Maikeli Maria; CUNHA, M. C. **Importância das estradas não pavimentadas para a localidade da bacia do Rio Guabiroba, Guarapuava-PR**. In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. Vitória-ES. 2014.

KOHLHEPP, Gerd et al. **Colonização agrária no Norte do Paraná: processos geoeconômicos e sociogeográficos de desenvolvimento de uma zona subtropical do Brasil sob a influência da plantação de café**. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM, 2014.

LANE, P.N.J.; HAIRSINE, P.B.; CROKE, J.C.; TAKKEN, I. **Quantifying diffuse pathways for overland flow between the roads and streams of the Mountain Ash forest of central Victoria Australia**. Hydrological Processes. v. 20, n. 9, p. 1875-1884. 2006.

LAURANCE, W. F., CLEMENTS, G. R., SLOAN, S., O'CONNELL, C. S., MUELLER, N. D., GOOSEM, M. Arrea, I. B.. **A global strategy for road building**. Nature, 513, 229–232. 2014.

LUCE, C. H. WEMPLE, B. C. **Introduction to Special Issue on Hydrologic and Geomorphic Effects of Forest Roads**. Earth Surf. Proc. Land. 26 (2), 111–113, 2001.

LUGO, A. E., & GUCINSKI, H. **Function, effects, and management of forest roads**. Forest ecology and management, 133(3), 249-262. 2000.

MENDES, Waldemar; DE CASTRO, A. F. **Limitações do uso dos solos do Estado do Paraná por suscetibilidade à erosão.** Embrapa Solos-Docmentos (INFOTECA-E), 1984.

NIR, D. 3. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology.** 1988. Springer Science & Business Media.

PAISANI, J. C., PONTELLI, M. E., & ANDRES, J.. **Superfícies aplainadas em zona morfoclimática subtropical úmida no Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (SW Paraná/NW Santa Catarina): primeira aproximação.** Geociências (São Paulo), 2008. 27(4), 541-553.

RAMOS-SCHARRÓN, C. E.; MACDONALD, L. H. **Measurement and prediction of natural and anthropogenic sediment sources, St. John, U.S. Virgin Islands.** Catena, v. 71, n. 2, p. 250-266. 2007.

SANTOS, L. J. C., OKA-FIORI, C., CANALI, N. E., FIORI, A. P., DA SILVEIRA, C. T., DA SILVA, J. M. F., & ROSS, J. L. S. (2006). **Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná.** Revista Brasileira de geomorfologia, 7(2).

SCHULTZ, G., MARANGON, F., IENSEN, I., & SANTOS, I. **Simulação da conectividade com os rios e vertentes dos sedimentos provenientes de estradas não pavimentadas.** IX Simpósio Nacional de Geomorfologia–IX SINAGEO, Rio de Janeiro. 2012.

SCHUMM, S. A. (1956). **Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey.** Geological society of America bulletin, 67(5), 597-646.

SIDLE, R. C. ZIEGLER, A. D. **The dilemma of mountain roads.** Nature Geoscience, vol.5, july 2012
www.nature.com/naturegeoscience.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** Eos, Transactions American Geophysical Union, 38(6), 913-920. (1957).

TAKKEN, I., CROKE, J., & LANE, P. **A methodology to assess the delivery of road runoff in forestry environments.** Hydrological processes, 22(2), 254-264. 2008.

TAROLLI, P., & SOFIA, G. (2016). **Human topographic signatures and derived geomorphic processes across landscapes.** Geomorphology, 255, 140-161.

THOMAZ, E. L. **Compartimentos geomorfológicos e produção de milho em agricultura de subsistência, Guarapuava-PR: avaliação exploratória.** Sociedade & Natureza, 19 (1), 45-54, 2007.

THOMAZ, E. L. **Dinâmica do uso da terra e degradação do solo na bacia do Rio Guabiroba–Guarapuava/PR.** Raega-O Espaço Geográfico em Análise, 13. 2007.

THOMAZ, E. L.; PEREIRA, A. **Estrada rural não pavimentada como fonte de escoamento superficial e sedimento.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, n. 1, 2013.

THOMAZ, E. L., & PERETTO, G. T. **Hydrogeomorphic connectivity on roads crossing in rural headwaters and its effect on stream dynamics.** Science of the Total Environment, 550, 547-555. 2016.

THOMAZ, E. L., VESTENA, L. R., & RAMOS SCHARRÓN, C. E. **The effects of unpaved roads on suspended sediment concentration at varying spatial scales—a case study from Southern Brazil.** Water and environment journal, 28(4), 547-555. 2014.

VILLELA, SM; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada-** Editora McGraw-Hill. São Paulo, 1975.

WEMPLE, B. C. Hydrologic integration of forest roads with stream networks in two basins, western Cascades, Oregon (Doctoral dissertation). (1994).

WILKINSON, B. H., & MCELROY, B. J. The impact of humans on continental erosion and sedimentation. Geological Society of America Bulletin, 119(1-2), 140-156. (2007).

WAŁDYKOWSKI, Piotr; KRZEMIENÍ, Kazimierz. The role of road and footpath networks in shaping the relief of middle mountains on the example of the Gorce Mountains (Poland). Zeitschrift für Geomorphologie, v. 57, n. 4, p. 429-470, 2013.

UNIDADE 4:

**DESCRIÇÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS
DO AMBIENTE URBANO DE UMUARAMA –
NOROESTE DO PARANÁ**

Mudanças fluviais provocadas por depósitos tecnogênicos induzidos: estudo de caso em Umuarama, noroeste do Paraná

Pedro França Junior

Marta Luzia de Souza

Este capítulo é um estudo para contribuir com as pesquisas desenvolvidas em bacias hidrográficas com mudanças ambientais ocorridas em períodos de ciclos curtos (<100 anos) no Noroeste do Paraná. A principal base referencial foi de França Junior (2010), e tem objetivo apresentar os levantamentos de dados e análises que poder ser realizadas em bacias hidrográficas que estão inseridas em áreas urbanas. A pesquisa desenvolvida realizou o levantamento, baseado em dados históricos de 1970 a 2010, das características morfológicas espaço-temporais no canal e planícies, que ocorreram no córrego Pinhalzinho II na área urbana da cidade de Umuarama.

Introdução

A bacia hidrográfica, segundo Christofolletti (1981), Schumm et al. (1987), Ángel (2005) e Charlton (2008), entre outros, pode ser considerada um sistema aberto com características intrínsecas do meio físico. A interação entre esses elementos: solos, clima, rochas, vegetação e relevo, condicionam no tempo geológico características peculiares ajustadas à paisagem. Pode-se considerar que a morfologia regional da bacia

hidrográfica é uma consequência das adaptações do sistema de drenagem às condições litológicas e ambientais do local.

A atividade humana é apontada por Hooke (2000) como uma influência crescente em bacias hidrográficas durante os últimos 5000 anos. Atividades de mudanças no uso da terra em bacias, tais como: desmatamento, agricultura e mineração, e principalmente a urbanização, afetam o fluxo de água e produção de sedimentos, denominadas de atividades indiretas ou difusas (Charlton, 2008). Os canais de drenagem também são modificados diretamente quando a calha do canal é alterada, por aumento de vazões (Christofolletti, 1981). Conforme Chin e Gregory (2005) o desenvolvimento urbano induz uma fase inicial de mobilização de sedimentos, caracterizada pelo aumento da vazão e posterior produção de sedimentos (da ordem de 2 a 10 vezes) e a deposição destes nos canais e planícies.

Conforme descreve-se no site Geoindicators (2010):

os fluxos aluviais são dinâmicos sujeitos a mudanças rápidas na modelagem do canal de drenagem do rio, bem como do fluxo. Os fluxos de carga de sedimentos determinam a dimensão de um canal (largura, profundidade, inclinação e meandramento). As alterações na morfologia do canal, em poucos anos, indicam variações da quantidade na água e/ou sedimentos. Por exemplo, se ampliar a largura do canal, indica que aumentou a descarga, e/ou, pode ocorrer um aumento na carga de sedimentos grosseiros, ao ponto que a diminuição na largura indica o contrário. A razão largura/profundidade tende a aumentar com a erosão nas margens e cargas pesadas. Em curto prazo as mudanças do canal poderiam ser uma resposta à inundação, enquanto

que em longo prazo, uma sequência de eventos pode refletir mudanças fundamentais no canal e na carga de sedimentos.

Destaca-se ainda no site Geoindicators (2010) que a morfologia da corrente é sensível a mudanças de magnitude de sedimentos e água, os resultados destas alterações são a degradação ambiental, com o desenvolvimento de erosões lineares e marginais, bem como o acúmulo de materiais no leito, vindo a assorear o canal e interferindo na sedimentação sob as planícies. Estas alterações na morfologia da corrente estão ligadas intimamente às mudanças no uso da terra e desmatamentos. A maioria das grandes mudanças na morfologia dos canais em uma curta escala de tempo está ligada a ação antrópica, que ocorrem tanto de forma direta como indireta, principalmente em países de clima tropical.

Conforme França Junior (2010) a região noroeste do Paraná passou por transformações desde sua reocupação após 1950, e se encaixa perfeitamente nas perspectivas teóricas já discutidas por Wolman (1967) sobre as mudanças que ocorrem nos rios de ambientes urbanos em três estágios: 1- Estágio de pré-desenvolvimento urbano – período de estabilidade/equilíbrio; 2- Um período de construção, onde o solo fica exposto a erosão-período de produção de sedimentos; 3- Estágio que consiste em uma nova paisagem urbana, dominada por casas, telhados, drenagem urbana e esgoto e a impermeabilização do solos.

Chin (2006) com base em outros pesquisadores, explana que no estágio 2, após a fase de pré-urbanização (estágio 1), as superfícies pré-urbanas podem induzir um aumento da erosão em até 40.000 vezes e produzir sedimentos anuais e deposição na

ordem de 10.000 - 50.000t por Km²/ano, ou seja, 60 vezes mais do que áreas onde não existem construções, mas que diminuem conforme a urbanização aumenta. Um exemplo de caso extremo foi de uma construção abandonada em Kuala Lumpur na Malásia que transportou 611.100 ton/km²/ano de sedimentos (representando aumento de +-20.000 vezes às condições naturais).

Ainda conforme Chin Op. cit. outro problema surge depois consolidação da urbanização, que é o aumento da vazão. O desenvolvimento urbano leva a enchentes, com mais frequência e com poder maior de destruição, pois devido a repetibilidade do evento o meio físico e urbano em geral já se encontrará fragilizado. Conforme o autor, os principais parâmetros de mudanças são: picos de vazão, tempo de latência, frequência de inundação, e escoamento total ou infiltração no solo; picos de descarga comumente aumentado de 2 a 4 vezes a vazão seguindo o desenvolvimento urbano. Com o aumento de vazão, aumenta-se a capacidade de carga dos rios, que conseqüentemente levam a criar mudanças no canal.

O autor ainda destaca que após a urbanização ocorrem mudanças nos perfis transversais com: ajustamentos na capacidade do canal, em largura e aprofundamento do leito, ou seja ampliação (mais largo) dos canais vão de 10 a 40%. Dentre as pesquisas levantadas por Chin Op. cit. de 60-86% indicam num aumento das mudanças em rios urbanos, ou seja, os dados de vários países da Terra dão provas irrefutáveis que a maioria dos canais em áreas urbanizadas são susceptíveis a mudanças morfológicas.

Por fim o autor menciona que quando não se tem de dados registrados de mudanças em rios, o método histórico é importante para registrar os fenômenos que ocorreram no passado. Além disso, pode-se comparar o comportamento de outros rios da mesma região que não sofreram intervenção urbana, bem como o método espaço-tempo para inferir mudanças morfológicas em rios. Estas bases teóricas contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

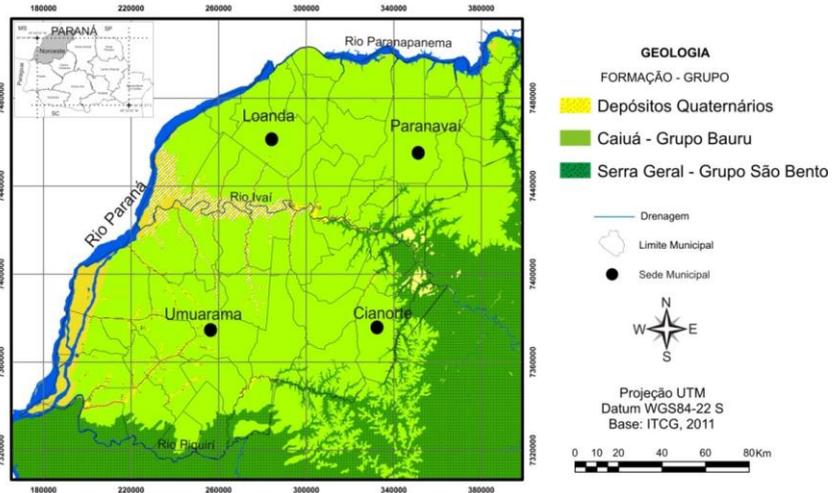
Evolução da degradação ambiental no Noroeste do Paraná

O processo de ocupação recente, do ponto de vista da evolução urbana do Brasil, da região noroeste do Paraná particularmente no município de Umuarama na década de 1950, foi similar ao descrito por Oliveira (1994) no Oeste Paulista. No Paraná, ocorreu uma devastação rápida e intensa da cobertura vegetal original para cultivos de café e a formação de núcleos urbanos nos divisores de água, expondo os solos à ação das intempéries. Devido ao processo de degradação dos solos, desde sua ocupação, em meados do século XX, estas mudanças no uso da terra desencadearam processos erosivos, que foram constatados e revelados por diversos pesquisadores. Maack (1968) alertou sobre a fragilidade das formações superficiais para o processo de ocupação, enquanto Bigarella e Mazuchowski (1985) descreveram as formações erosivas, diagnosticaram e propuseram soluções para os processos erosivos *in situ* na região Noroeste do Paraná.

Esta região do estado do Paraná é caracterizada geologicamente, pelas rochas areníticas que foram agrupadas

como pertencentes à Formação Caiuá, Grupo Bauru, sobrepostas às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, Grupo São Bento (MINEROPAR, 2001). Os arenitos da Formação Caiuá (figura 01) aparecem, na maior parte da área, recobertos por solos de textura arenosa a média, que apresentam grande vulnerabilidade à instalação e desenvolvimento de feições erosivas por escoamento hídrico superficial, tanto concentrado quanto difuso (SOUZA, 2001). Desse modo, o principal tipo de risco natural verificado na região Noroeste do Paraná e que tem marcado todo o processo de uso e ocupação da área é a erosão (BIGARELLA E MAZUCHOWSKI,1985).

Figura 1 - Mapa Geológico do noroeste do Paraná



Fonte: França Junior e Souza, 2011.

Ocorrências de processos erosivos e feições erosivas no Noroeste do Paraná foram mencionados em livros, teses e artigos científicos, como exemplo em: Maack (1968) Bittencourt (1978);

Bigarella e Mazuchowski (1985); Nakashima et al (1992) Gasparetto (1999), Nakashima (2000), Souza (2001); Cunha (2002); Gasparetto e Souza (2003) e também, na mídia em jornais locais e arquivos pessoais de pesquisadores. No entanto os assuntos que remetem a produção de sedimentos a partir dos processos erosivos, e a deposição sobre as planícies fluviais, com conotação na formação de depósitos tecnogênicos são escassos na literatura científica da região, poucos trabalhos veem discutindo, destacam as pesquisas de França Junior (2010); França Junior e Souza (2014); Montanher (2014; 2019).

Bittencourt (1978) foi um pesquisador que fez relação do assoreamento do rio dos Ratos em Cianorte com uso e ocupação do entorno. O autor descreve o processo em três fases: fase 1- é a fase natural, sem interferências humanas; fase 2- substituição da floresta por café, com início aos processos erosivos; fase 3- Substituição do café por pastos e o fundo do vale todo colmatado por sedimentos, no entanto o autor não mostrou as interferências provocadas em ambientes urbanos.

No que tange ao histórico de processos erosivos de Umuarama, em 1991 foi construído o estádio municipal sob uma antiga voçoroca, com o intuito de recuperação da mesma. No entanto aos poucos ela foi retomando seu antigo formato, destruindo o estádio e levando uma nova carga de sedimentos para o córrego Pinhalzinho II. Nos mapas geotécnicos produzidos por Nakashima et al (1992), foi registrado que no local aonde foi construído o estádio, era um local com alta suscetibilidade à erosão, um local impróprio para edificações. Souza (2001) identificou e registrou por fotografias em um sobrevoo, várias feições erosivas em Umuarama; França Junior (2010) registrou em sua pesquisa o crescimento de plantas higrófitas, bem como a

abertura de pequenas rachaduras no estádio. Em 2015 o processo erosivo retomou, após 34 anos, decorrente do aumento de deflúvio no entorno, como mostra a figura 02, onde o estádio desestruturado, desabou parcialmente após a ocorrência de chuvas intensas.

Figura 2 - Retomada de processos erosivos no estádio municipal de Umuarama-PR em 2015.



Organização: Autores, 2020, data da foto setembro de 2015.

Mudanças ambientais no canal e planícies, do córrego Pinhalzinho II em Umuarama, noroeste do Paraná

O local pesquisado foram os setores do canal das nascentes e a 5km jusante da área urbana, aonde ocorrem a formação de planícies fluviais do setor médio do córrego Pinhalzinho II em Umuarama- PR. Este rio possui um canal bem variável, pois possui uma dinâmica de deposição e inundações, que ocorrem frequentemente em períodos de chuvas intensas. A identificação dos depósitos tecnogênicos aconteceu devido ao histórico de ocorrências de alterações ambientais no local e a degradação percebida em evidências de campo (França Junior e Souza, 2015).

As mudanças ambientais do córrego Pinhalzinho II, foram observadas nos mapeamentos de uso da terra, em campo, nos perfis transversais e nos depósitos tecnogênicos identificados (França Junior e Souza, 2011). Com base nestas análises chegou-se a uma tabela síntese (tabela 01), que contém descrições das alterações ambientais que promoveram mudanças no canal principal do Córrego Pinhalzinho II que foram verificados no leito, planície fluvial, tipo de erosões e processos erosivos no canal e áreas do entorno, na vazão, na vegetação lindeira e na carga de sedimentos. Estas observações foram comparadas entre 1970 e 2009 na área escolhida, para verificar o nível de alteração, e fez-se relação com a pesquisa de Oliveira e Queiroz Neto (1991).

Observa-se na tabela 01, as características que demonstram alteração em 40 anos. França Junior e Souza (2010) demonstraram em sua pesquisa, o quanto o uso da terra alterou neste período. Em 1970 as lavouras de café predominavam nos setores mais altos da bacia e nos setores mais baixos a pastagem.

Em 2010 a área urbana mais que dobrou de área e passou ocupar outras bacias no entorno.

Tabela 1.– Alterações ambientais verificadas (1970-2009) no canal principal do córrego Pinhalzinho II , Umuarama, Paraná.

Mudanças do canal	1970	2009
<i>Leito</i>	Conforme relato de moradores locais o leito apresentava leito em V, com talvegue definido, água límpida, no setor médio e baixo da bacia.	Praticamente nas áreas visitadas verificou-se sem talvegue definido, canal largo e raso, largura média de 5m e profundidade média de 20cm; canal assoreado devido à grande presença de sedimentos.
<i>Planície fluvial</i>	Presença de planície fluvial a partir do setor médio da bacia. Existência de vegetação de gramíneas com ocorrência de taboa (<i>Typha domingensis</i>).	Terraço alto e amplo, inundações frequentes em eventos de precipitação intensos na área urbana. Planícies formadas atualmente com um volume de sedimentos recentes que formam depósitos recobrindo as antigas áreas de várzeas da planície de 1970.
<i>Erosão</i>	Erosões nas cabeceiras de drenagem, devido ao início da urbanização da cidade de Umuarama; mudança no uso do solo com presença de cultivo do café e desmatamentos.	Desenvolvimento de processos erosivos em eventos de precipitação intensa, caracterizado por erosão marginal e linear nos canais próximos as áreas urbanas.
<i>Vazão</i>	Vazão constante alimentada pelas nascentes, lençol freático. Início da urbanização ocorrendo aumentos da vazão e transporte de sedimentos em períodos chuvosos.	Vazão controlada no setor urbano demandado principalmente pelo uso urbano (comércio, indústrias, população); em eventos de precipitação intensa, o volume de água aumenta subitamente,

		extrapolando os diques marginais inundando toda planície fluvial.
Vegetação	Presença de taboa (<i>Typha domingensis</i>), gramíneas, e esparsas manchas de floresta aluvial.	Presença de gramíneas invasoras, sem vegetação ciliar, apenas resquícios de taboas em lugares úmidos onde não sofrem alterações do canal.
Várzea	Área comum, próxima as drenagens, formadas a partir da oscilação do nível freático.	Formadas a partir do afloramento do nível freático.
Carga de sedimentos	Os sedimentos tinham uma dinâmica natural de deposição, após a construção da área urbana, provavelmente um aumento da carga.	Aumento significativo da carga de sedimentos, provenientes da erosão linear, marginal e das cabeceiras de drenagem, principalmente da área urbana. Também pelas galerias pluviais, devido à lavagem das calçadas, ruas e residências em eventos de precipitação intensa.

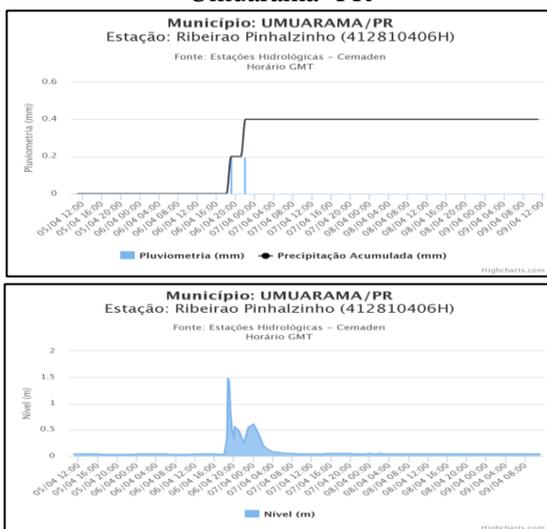
Fonte: Adaptado de França Junior (2010)

Conforme França Junior (2010), em 1970 a população rural de Umuarama era de 71% do total. Em meados de 1980 a população da área urbana (59879 hab.) passou a rural (40.676 hab.), e sem planejamento urbano suficiente. Em 2010 a população urbana era de 90 mil habitantes, o que implicou no aumento da malha urbana, ocupações irregulares, e impermeabilização do solo. Hülsmeier e Souza (2007) destacam que a bacia do Pinhalzinho teve uma taxa de impermeabilização de 49%, densamente povoada em 2007, mesmo assim restam 51,25 % da área da microbacia permeável, mas não foi suficiente para impedir problemas graves com erosão. França Junior e Villa (2013) analisaram o grau de degradação nas cabeceiras de drenagem e registraram variados tipos de depósitos tecnogênicos

diretos- entulhos, lixo, móveis e restos de vegetação, que estavam no leito dos rios e no entorno das nascentes.

Além da urbanização causar problemas de ordem sedimentológica, causa aumentos rápidos de vazão. Os gráficos disponíveis da CEMADEM (2020), registram a capacidade de geração de volume de água produzidos pela área urbana de Umuarama. Com apenas 0,4mm em 40 min. de chuva (maio/2020) bastaram para o córrego Pinhalzinho II subir do nível 0,20m para 1,5m (fig. 03).

Figura 2 - Dados de Chuva e Vazão do Córrego Pinhalzinho II em Umuarama- PR



Fonte: CEMADEM, 2020 ¹³

¹³http://sjc.salvar.cemaden.gov.br/resources/graficos/cemaden/hidro/hidrologica_interativo.html?est=8722&uf=PR

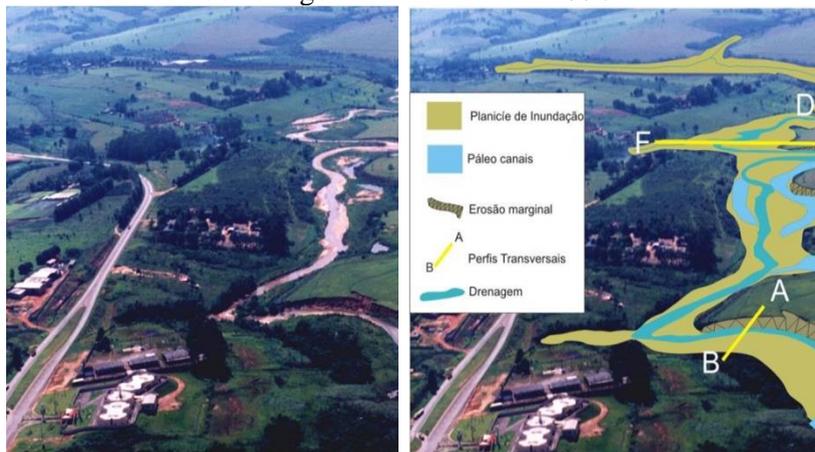
No início da urbanização de Umuarama (1960-70-80) os processos erosivos levaram toneladas de sedimento para a calha dos rios, após cessar esta fase o rio passou a divagar nas planícies entulhadas, mudando seus aspectos morfométricos. Parte destas mudanças pode ser vistas nas descrições seguintes.

a- Mudanças do canal em 1970 até 2010 provocados pelo assoreamento de depósitos induzidos da área urbana de Umuarama

Nesta parte do capítulo é mostrado como evidenciam-se às alterações influenciadas por ações tecnogênicas numa escala de detalhes, abrangendo as cabeceiras de drenagens e o setor médio da bacia do Pinhalzinho II nos anos de 1970 até 2009. Para efeito de comparação, foi feito um croqui representativo de 1998 com imagens de Souza (2001), que remete às alterações geomorfológicas significativas, onde destacam-se a planície de inundação, paleocanais, erosões marginais, os canais e os pontos onde foram feitos perfis transversais (Figura 4).

Após analisar fotografias aéreas do IBC- Instituto Brasileiro do Café de 1970, observou-se que as mudanças mais significativas do canal advinham das feições erosivas nas cabeceiras de drenagem dentro da área urbana da cidade de Umuarama, (pontos C e B no mapa). Após as erosões constatou-se uma planície entulhada de sedimentos arenosos (Figura 5). No restante dessa área mapeada foi verificado que, áreas com vegetação ciliar eram apenas alguns fragmentos no contexto. O canal ainda possuía características naturais, segundo a tabela 01 já apresentada, mas com influências antrópicas significativas à montante, principalmente nos setores de cabeceiras.

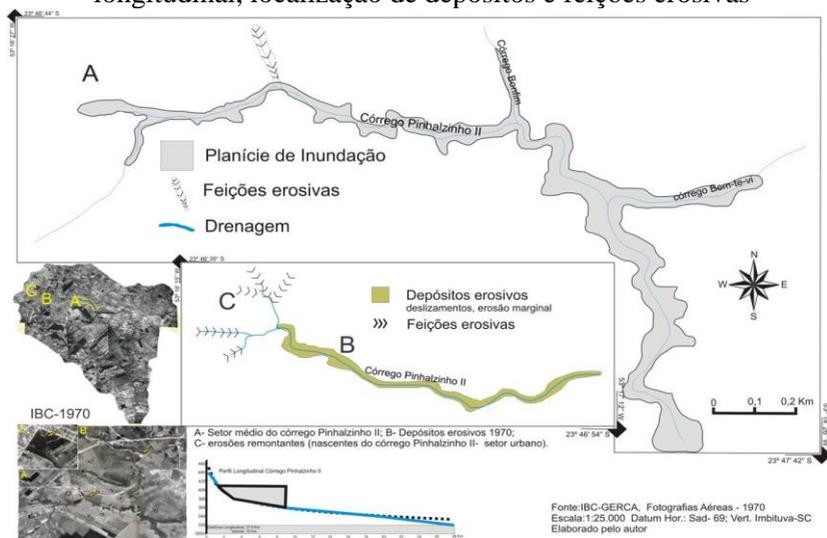
Figura 3 - Croqui representando características de mudanças no canal do córrego Pinhalzinho II em 1998



Fonte: Souza, 2001; *Croqui*: França Junior (2010).

No setor mais à jusante do canal observaram-se feições erosivas na margem esquerda, que conforme a narrativa informal de moradores locais, o asfalto que capeava a rodovia cedeu e vários m³ de sedimentos e entulhos foram movimentados ao córrego), denota-se que a inserção destes materiais pode ter acarretado na migração do fluxo do canal para a margem direita, provocando assim, a formação de feições erosivas marginais.

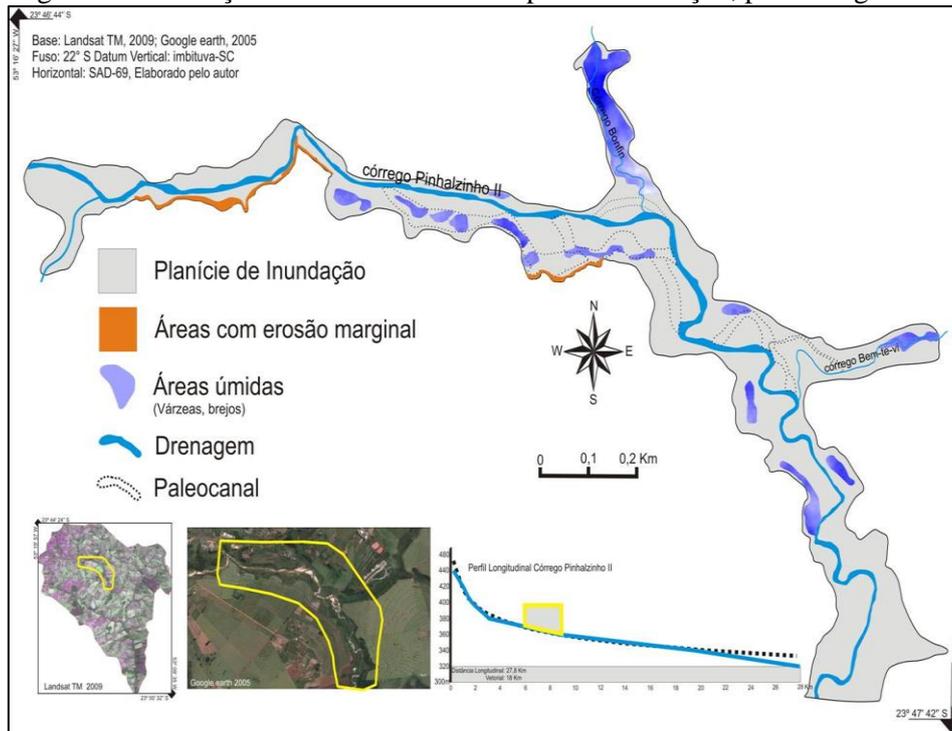
Figura 4 - Mudanças no canal em 1970- mapas de localização, perfil longitudinal, localização de depósitos e feições erosivas



Organização: França Junior (2010)

Em 2009 foram identificadas várias alterações no canal como: formações de paleocanais, áreas úmidas, erosões marginais, alargamento do canal, e os paleocanais (recentes) formados a partir do rompimento do dique marginal, o aumento da planície de inundação, e a formação de depósitos tecnogênicos (Figura 6). Os detalhes podem ser identificados nas descrições dos perfis transversais (Figuras 7 a 12) e dos depósitos tecnogênicos, já relatados na pesquisa de França Junior (2010).

Figura 5 - Mudanças no canal em 2009: mapa de localização; perfil longitudinal



Org. França Junior (2010)

Verificou-se que os diques marginais estavam recobertos de sedimentos sem definição, e em 2009 possuíam até 3m de altura em relação ao canal principal do Pinhalzinho II. O canal reentalhou os depósitos e remobilizou para a jusante, os depósitos atuais reformulando novas feições na planície. As mudanças no canal destacados nestes mapas mostram a adaptação do sistema fluvial, a nova condição promovida pela mudança no uso da terra, com substituição de solos expostos e lavouras pela urbanização.

b- Descrições morfológicas dos perfis transversais do canal

Os perfis transversais (A- B; C- D e E- F) foram elaborados com o objetivo de demonstrar com maior grau de detalhamento as alterações descritas na tabela 1, já apresentada. Os perfis de 2009 foram feitos a partir de trabalho de campo, enquanto os perfis esquemáticos de 1970, demonstraram hipoteticamente como seria o perfil do canal naquele momento, com base em relatos de moradores locais e as observações das fotografias aéreas do IBC. Além dos perfis, as fotografias aéreas de 1970, fotografias de 1998, imagens de satélite do Google Earth de 2005 e 2009, e trabalhos de campo de 2009 ajudaram na visualização das alterações verificadas. Os perfis elaborados a partir de fotografias aéreas de 1970 e trabalhos de campo (2009) revelaram mudanças no canal nas áreas próximas às margens.

Perfil transversal do canal A-B

Observa-se nas figuras 8 e 9, perfil A-B, um esquema das condições representativas dos anos de 1970 e 2009 e fotografias de 1998 registradas por Souza (2001). Em 1970, nesta região da bacia, as alterações já existiam, mas comparando-se ao perfil de 2009 observa-se uma alteração do talvegue do canal para a direita (posição montante). Numa escala métrica o canal mudou cerca de 80 metros do talvegue natural, também foram observados a formação de uma planície de inundação recoberta de gramíneas com sedimentos remobilizados de origem antropogênica (apresentando restos de entulhos, lixo, galhos e etc) toda deformada, evidenciada por paleocanais que em eventos de cheias reativam-se. Devido ao aumento de volume de água, oriundo da zona urbana de Umuarama em dias de chuva, o canal apresenta uma tendência de erodir na margem direita causando a erosão marginal, que foi talhando um talude na margem direita do canal com mais de 8 metros de altura, que avança sobre a vertente em eventos de vazões intensas.

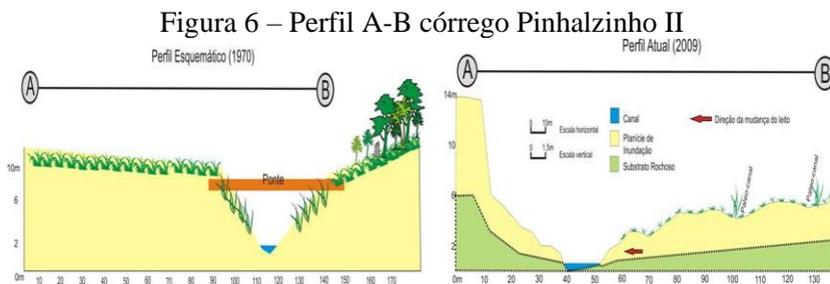
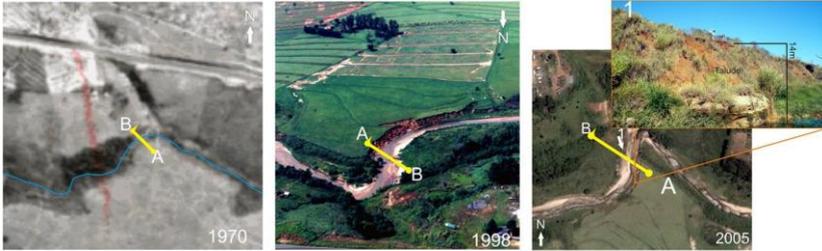


Figura 7 - Posição do perfil A-B 1970 -1998-2005 córrego Pinhalzinho II

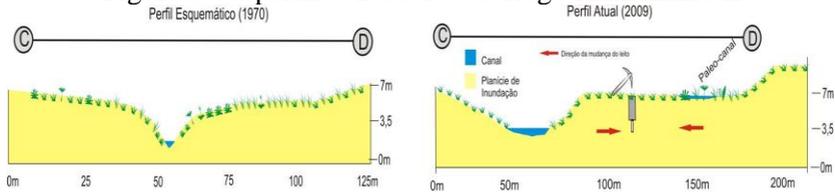


Fontes: IBC-GERCA (1970) SOUZA (2001); *Google Earth* (2005)-
França Junior (2010)

Perfil transversal do canal C-D

As verificações do perfil C-D seguem a jusante do perfil A-B. Apresenta-se com as mesmas características do perfil anterior, ou seja, a formação de uma planície aluvial, meandramento e alargamento do canal, formações de diques marginais, mudanças do canal representado pelos paleocanais, áreas úmidas e materiais aluviais/tecnogênicos com estrutura, textura e deposições a céu aberto.

Figura 8 - O perfil C-D sobre o córrego Pinhalzinho II



Fonte: França Junior, 2010

Além disso, observa-se a mudança do nível de base, com a formação de áreas alagadas que não existiam anteriormente (1970), com o assoreamento do canal, o fluxo de água passa a correr sobre os sedimentos. Em 1998 o processo assoreamento foi intenso, alterando-se assim o nível de base. Em 2009 o canal estava passando dois metros abaixo do que em 1998 (constatações em campo e observações de registros fotografias).

Figura 9 – Perfil C-D nos anos de 1970, 1998 e 2005 córrego Pinhalzinho II



Fontes: IBC-GERCA (1970) SOUZA (2001); *Google Earth* (2005) França Junior (2010).

Perfil transversal do canal E-F

Este perfil foi elaborado a montante do perfil C-D, suas características de alteração são bem significativas, com alterações não visualizadas nos outros perfis. Observando da esquerda para a direita o perfil, observa-se uma quebra de ruptura que representa um processo de erosão marginal ocorrido provavelmente entre os anos de 1997 e 1999. As figuras disponíveis em Souza (2001), datadas de 1998, demonstram estas evidências em todos os perfis (Fig. 11 e 12).

Figura 10 - Perfil transversal E-F sob os córregos Pinhalzinho II e do

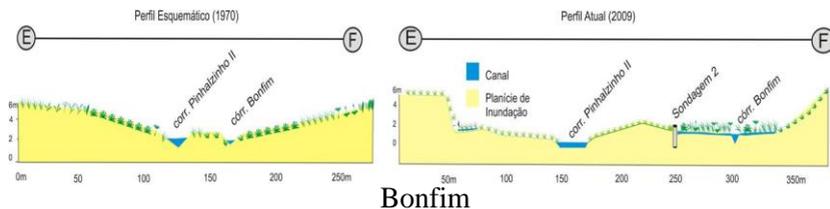


Figura 11 - Comparação das alterações num mesmo ponto do canal em 1970, 1998 e 2005 córrego Pinhalzinho II



Fontes: IBC-GERCA (1970); SOUZA (2001) 1998; Google Earth (2005), Org. França Junior (2010).

Neste mesmo perfil (E-F) observa-se a formação de paleocanais, sendo o principal, um canal raso e largo. Na margem direita (f) observa-se uma ampla área pantanosa, parcialmente alagada com vegetação de áreas úmidas. Essa mesma área em 1970 era uma área com pastagens e limpa. A partir do assoreamento do córrego Pinhalzinho II, têm-se evidências que o canal tenha alterado seu nível de base, alterando desta forma a entrada de outros afluentes com menor volume d'água. Barrada a entrada de água no canal principal, o córrego Bonfim, um afluente, passou a formar uma ampla planície de inundação, atualmente comportando-se como várzea. Nos eventos de cheia,

o canal principal influência no nível de água e sedimentos nesta planície.

O córrego Bonfim que deságua no Pinhalzinho II não possui potencial suficiente para transpor a barreira de sedimentos fornecida pelo canal com maior caudal, isso lhe impõe uma barreira natural represando suas águas a montante, reformulando o nível hidrostático, bem como uma nova feição hídrica da região, um pântano.

Como foi explicado anteriormente no perfil C-D a alteração no nível de base foi desencadeada pelo assoreamento do canal. Em 1970 o canal funcionava normalmente, já em 1998 ocorre um fato expressivo, o canal principal barra seu afluente represando-o, processo que ainda permanece ativo em 2010.

Os depósitos tecnogênicos induzidos são um fator de controle da dinâmica fluvial em pequenos rios, como um processo de assoreamento e tendem a mudar o curso do canal, as vezes erodindo as margens, e ou depositando em outros lugares. Além disso, ainda há o represamento de afluentes com mudanças no nível de base local, criando pequenos pantanais.

Espera-se que outras pesquisas possam utilizar deste capítulo como fundamentação teórica para demonstrar as modificações em rios urbanos com características do meio físico semelhantes em outros lugares do Brasil e do mundo. O importante é destacar, que esta pesquisa foi baseada em evidências e levantamento de campo, dados empíricos e registros fotográficos e permitiram o avanço nas discussões técnicas e teóricas de outras, como nas de Montanher (2014, 2019).

Referências

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M.R. **Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvios e várzeas**. Boletim Paranaense de Geografia. Curitiba, 1965 16/17, 117-151.

BIGARELLA, J.J.; MAZUCHOSWSKI, J.Z. **Visão integrada da problemática da erosão**. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, III., Maringá, ABGe, ADEA, 1985. 332p

BITTENCOURT, A. V. L. **Sólidos hidrotransportados na bacia hidrográfica do rio Ivaí: aplicação de balanço hidrogeoquímicos na compreensão da evolução dos processos de dinâmica externa**. Tese de Doutorado- Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo-USP. 1978. 218pag.
https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44131/tde-15072015-160924/publico/Bittencourt_Doutorado.pdf

CEMADEM- **ESTAÇÕES HIDROLÓGICAS**- Acesso em 09-04-2020 disponível em http://sjc.salvar.cemaden.gov.br/resources/graficos/cemaden/hidro/hidrologica_interativo.html?est=8722&uf=PR

CHARLTON, RO. **Fundamentals of Fluvial Geomorphology**. Nova York, 2008. ed Routledge. 275p.

CHIN, A. (2006). **Urban transformation of river landscapes in a global context**. *Geomorphology* 79, pp. 460– 487.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

FRANÇA JUNIOR, P; VILLA, M. E. C. D. **Análise macroscópica nas cabeceiras de drenagem da área urbana de Umuarama, região**

noroeste-Paraná/Brasil. Geografia Ensino & Pesquisa, v. 17, n. 1, p. 107-118, 2013.

GASPARETTO, N. L. As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o arenito Caiuá. São Paulo, 1999.185p. Tese de doutorado em Geoquímica e Geotectônica. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

GASPARETTO, N. L.; SOUZA, M.L. Contexto geológico-geotécnico da Formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense-PR. ENGEOPAR, 1ed. 2003. Maringá-PR.

GEOINDICATORS- Lista geral dos geoindicadores e descrições
<http://www.lgt.lt/geoin/topic.php?tid=checklist> / Acesso em 19/04/2010

HOOKE, Roger LeB. On the history of humans as geomorphic agents. Geology, v. 28, n. 9, p. 843-846, 2000.

HÜLSMEYER, A. F. et al. Avaliação das áreas permeáveis como subsídio ao planejamento de áreas verdes urbanas de Umuarama-PR. Akropolis-Revista de Ciências Humanas da UNIPAR, v. 15, n. 1, 2007.

MAACK, R. Geografia física do estado do Paraná. 1ed. Curitiba, Paraná. Banco de desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisas tecnológicas, 1968. 350p.

NAKASHIMA, Paulo; DE NÓBREGA, Maria Teresa; GASPARETTO, Nelson Vicente Lovatto. Metodologia para cartografia geotécnica de Umuarama, Paraná. Boletim de Geografia, v. 10, n. 1, p. 05-10, 1992.

MONTANHER, Otávio Cristiano. Ciclos de erosão e sedimentação em bacias hidrográficas urbanas do noroeste paranaense e suas

implicações no ajuste de sistemas fluviais. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, n. 4, 2014.

MONTANHER, O. C. Levantamento de dados e análise de mudanças em sistemas fluviais por meio de geoprocessamento e sensoriamento remoto: proposta metodológica e estudo de caso. Caminhos de Geografia. Uberlândia - MG v. 20, n. 70 Junho/2019 p. 136–157

OLIVEIRA, A.M.S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Salvador. Anais... São Paulo : 1990. ABGE. v.1, p.411-415.

OLIVEIRA, A.M.S; QUEIROZ NETO, J. P. Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no planalto ocidental paulista. Boletim Paulista de Geografia nº 73, São Paulo, 1994.

SCHUMM, S.A; MOSLEY, M.P; WEAVER, W. Experimental Fluvial Geomorphology. New York, United States, 1987. John Wiley and Sons editor. 416pages.

SOUZA, M. L. Proposta de um sistema de classificação de feições erosivas voltados a estudos de procedimentos de análises de decisões quanto a medidas corretivas, mitigadoras e preventivas: aplicação no município de Umuarama (PR). Rio Claro: 2001 284f. Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências exatas.

TUCCI, C. E. M. Gestão integrada das águas urbanas. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 5, n. 2, p. 71-81, 2008.

URBAN, M.A. Conceptualizing anthropogenic change in fluvial systems drainage development on the Upper Embarras River, Illinois. 2002. Professional Geographer, 54(2):

WOLMAN, M. Gordon. **A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels.** Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, v. 49, n. 2-4, p. 385-395, 1967.

Depósitos tecnogênicos induzidos de Umuarama noroeste do Paraná

Pedro França Junior

Marta Luzia de Souza

Com Base na pesquisa de França Junior (2010) e atualizações, este capítulo tem o objetivo de evidenciar as características de formação e identificação dos depósitos tecnogênicos induzidos do córrego Pinhalzinho II em Umuarama, Noroeste do Paraná. A produção de sedimentos por meio dos cursos d'água reflete a erosão do solo nas cabeceiras e a alteração na acumulação de sedimentos nas áreas baixas da bacia hidrográfica (várzeas, planícies de inundação). Por sua vez, a produção de sedimentos, também é induzida pelo clima, vegetação, solo, litologia, relevo (influências naturais) e atividades humanas, como o desmatamento, agricultura e urbanização (GEOINDICATORS, 2010).

Uma forma de observar estas alterações produzidas pelas ações antrópicas é a partir da identificação de depósitos tecnogênicos. Por meio destes é possível caracterizar a história do uso da terra pelos registros das transformações sucessivas encontrados no meio físico (OLIVEIRA, 1990; OLIVEIRA E QUEIROZ NETO, 1994).

Além da forma de ocorrência dos depósitos tecnogênicos, várias características do seu conteúdo como o tipo de estratificação, composição textural e palinológica, além da

presença de eventuais artefatos “arqueológicos”, constituem evidências de diferentes fases históricas do uso da terra, combinadas com os eventos climáticos do período. Os “horizontes/fácies/camadas” dos depósitos soterrados constituem também, importantes elementos para completar a história do ambiente anterior à ação tecnogênica (OLIVEIRA *et al.* 2003).

Os depósitos tecnogênicos induzidos surgem através do acúmulo de grandes volumes de sedimentos que são carreados pelos cursos d’água, até uma região de planície (PELOGGIA, 1997, 1998).

No município de Umuarama os processos erosivos, ocorreram em diversas manifestações, causados pelas mudanças de uso e ocupação e, direcionamentos de fluxos hídricos sobre as cabeceiras de drenagens desprotegidas na área urbana. O córrego Pinhalzinho II é o canal que drena grande parte da área urbana de Umuarama, possuindo 11 nascentes dentro ou nas proximidades da cidade (FRANÇA JUNIOR E VILLA, 2013).

Desta forma, conforme França Junior (2010), a construção de bairros, a impermeabilização do solo, bem como, o direcionamento dos fluxos hídricos para as cabeceiras de drenagem, causou grandes deslocamentos de sedimentos que foram depositados sobre as planícies fluviais do canal. Estes locais, por deterem materiais com características de alteração física e compor além de sedimentos, outros tipos de materiais, tais como, entulhos, fragmentos de tijolos, lixo, folhas de árvores urbanas, foram considerados como “depósitos tecnogênicos”.

Os materiais aluviais encontrados na área de estudo são formados principalmente, pela decomposição da rocha matriz,

oriundos dos processos erosivos provavelmente desencadeados pela suscetibilidade natural das rochas areníticas segundo Souza (2001). Conforme a autora, os solos da região apresentam elevados teores de textura arenosa, são friáveis e considerados também susceptíveis a ocorrência de erosões. Ao se concentrarem os fluxos hídricos, ou seja, o deflúvio num determinado local, a sua coesão é modificada, e o material é facilmente carreado, ou, pode ocorrer o solapamento, e ainda, movimentos desses materiais pelas vertentes.

Esses materiais transportados pelos fluxos hídricos são remobilizados para os fundos de vale, onde são carreados pelas drenagens, até que se depositem. Quando esse processo ocorre formam extratos sedimentares, que se formam em camadas, como um pacote de sedimentos, principalmente nas margens ou na planície fluvial do canal (FRANÇA JUNIOR E SOUZA, 2011).

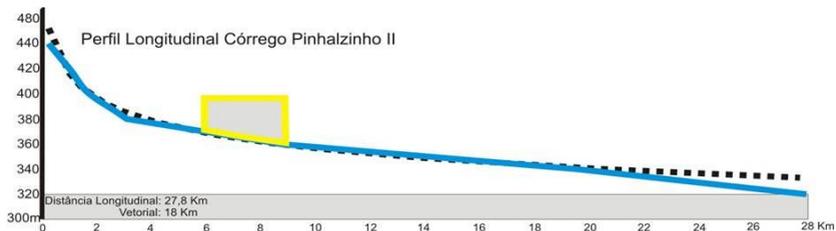
Cabe-se destacar, que dois foram os “motores” responsáveis pela formação destes depósitos tecnogênicos. Primeiramente a disposição de sedimentos da área fonte, com processos erosivos, materiais provenientes da urbanização da cidade; e depois o deflúvio gerado pela urbanização, que aumentou a capacidade de transporte de materiais dos córregos e rios da cidade, empurrando para a jusante, toneladas de depósitos tecnogênicos.

A- Características dos Depósitos tecnogênicos da área pesquisada

O local, onde foram efetivadas as descrições dos depósitos tecnogênicos, localiza-se dentro do médio curso do canal logo após a zona urbana (Figura 1). É um local com muitas

características de alteração do meio físico, erosão marginal, assoreamento do canal e os depósitos aluvionares recobertos de gramíneas invasoras¹⁴.

Figura 1 – Perfil Longitudinal do córrego Pinhalzinho II, destaque para o local onde ocorrem os depósitos, e as descrições e coleta de dados



Fonte: França Junior (2010)

Segundo Oliveira et al. (2003) a forma plana dos fundos de vale constitui indicador da eventual presença de depósitos tecnogênicos. Quando confirmados, sua forma de ocorrência, entalhada ou não, indica que os processos erosivos na bacia, responsáveis pela sua formação estão, respectivamente, muito reduzidos ou permanecem ativos.

Segundo os autores, além da forma de ocorrência, várias características do seu conteúdo, como estratificação, composição

¹⁴ As gramíneas invasoras da espécie africana (*Cynodon plectostachyus*) substituíram a vegetação ciliar. Inclusive as gramíneas têm um papel importante na formação das planícies tecnogênicas da região de Umuarama. O fato foi verificado in loco. Quando ocorrem às cheias, o peso da água no canal aumenta e parte dos sedimentos são empurrados para lateral, e por acresção as gramíneas vão acumulando os sedimentos em seus diferentes níveis de forragem. Em alguns locais este “capim” passa de 1m, que funciona como uma esponja, absorvendo “lixo e sedimentos”.

textural e palinológica, além da presença eventual de artefatos, constituem evidências de diferentes fases históricas do uso do solo na bacia, combinadas com os eventos de chuva do período. Além do depósito, o horizonte de solos soterrados constitui importante elemento para completar a história do ambiente anterior à ação tecnogênica.

Atualmente em algumas partes o canal, encontram-se assoreados, com alterações de seu perfil no decorrer de ciclos de inundação. Sendo que, num processo natural o tempo de deposição seria maior, pois seria causado principalmente por mudanças no volume de precipitação.

Montanher (2019) com base das perspectivas teóricas de Wolman (1967) corrobora a informação de que como a influência da malha urbana interfere na dinâmica sedimentar deste setor do córrego Pinhalzinho II:

As ondas de cheia provenientes do escoamento superficial urbano possivelmente possuem maior capacidade e competência de transporte de sedimentos, bem como seu retrabalhamento e distribuição sobre a planície. À medida que a onda de cheia propaga-se para jusante, e sua energia diminui, conseqüentemente ocorre menos retrabalhamento de sedimentos (MONTANHER, 2019 pag. 149-150).

Isso foi examinado através da análise das camadas/fácies dos depósitos, caracterizados pelos processos deposicionais rápidos com grande volume de sedimentos em situações particulares de evento. Por situar-se próximo de área urbana e por apresentar histórico de feições erosivas nos setores à montante da bacia, denota-se através das descrições de fácies, que estas

camadas de sedimentos, remetem-se a depósitos tecnogênicos, ou seja, com ação indireta do homem, na sua produção.

Essa constatação também foi possível por meio da pesquisa de Oliveira (1994). Em trabalhos de campo o autor caracterizou os depósitos tecnogênicos do Planalto Ocidental Paulista. Devido às características semelhantes de litologia e ocupação da área pesquisada, elaborou um quadro que serviu de base para a descrição dos sedimentos encontrados na bacia de estudo (Quadro 1).

As observações de Oliveira (1990, 1993, 1994), na região do Planalto Ocidental Paulista, indicaram que os depósitos tecnogênicos, que ocorrem nos fundos de vales, testemunharam a dinâmica dos processos erosivos desencadeados pelo uso do solo, desde a erradicação da cobertura vegetal primitiva. Além disso, os depósitos representam descontinuidades dos processos erosivos. As características e seus entalhes demonstram que não há condição contínua de erosão, transporte e deposição, mas sim saltos qualitativos que definem fases bem marcadas da evolução dos processos.

Conforme os autores citados, os depósitos constituem um elemento de ligação entre a erosão e a produção de sedimentos de uma bacia, o seu estudo pode contribuir para o diagnóstico do assoreamento dos reservatórios implantados, ou as mudanças do perfil do canal. Os depósitos permitem caracterizar a dinâmica da erosão, possibilitando reconstruir a história da ocupação e seus impactos, da mesma forma como a Geologia-histórica ocupa-se das formações pretéritas, buscando caracterizar os paleoambientes de origem.

Os fornecimentos de sedimentos para formação dos estratos correspondem à remobilização dos materiais provenientes das feições erosivas da bacia no decorrer dos últimos 40 anos. Provavelmente devido à grande impermeabilização e controle das feições erosivas o processo erosivo estabilizou-se nas planícies. O que ocorre ainda hoje é a remobilização dos sedimentos mais antigos para outras áreas, e a formação de erosões marginais.

Nesta nova fase, como descrito por Oliveira et al. (1993), Pellogia (1998) o escoamento superficial retoma sua capacidade de transporte, pois não só sofre redução de carga de sedimentos, como também incremento de ondas de vazões, proporcionado pela urbanização. Interrompe-se assim a fase de deposição e inicia-se a de reentalhe do canal fluvial que, retrabalhando os depósitos, lança os sedimentos para a jusante da bacia.

Quadro 1 -Características principais de depósitos tecnogênicos de fundo de vale, induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista

	Características	Descrição
DA FORMA DE OCORRÊNCIA	Feições morfológicas correspondentes	Planície de inundação, com lâmina de água rasa, formada por filetes anastomosados e sem caudal definido. Terraço aluvionar com curso d'água em canal entalhado, apresentando paredes abruptas, submetidos à erosão fluvial.
	Cobertura vegetal	Solo nu coberto por taboas, ou gramíneas e arbustos esparsos, mata ciliar ausente.
	Feições de erosão correlatadas	Boçorocas e ravinas
	Em fotos aéreas	Faixas e linhas brancas alongadas, sinuosas e em leque, representando deposições recentes de sedimentos sem cobertura vegetal.
	Na análise dinâmica	Desaparecimento progressivo da mata ciliar. Aumento lateral do depósito e progressão para jusante. Definição e entalhamento progressivos do canal do curso d'água.
	Em relatos de moradores	Soterramento de pontes, monjolos, cercas, etc. Entupimento de canais fluviais e de poços de pesca. Assoreamento de açudes.
DO CONTEÚDO	Cor	Sedimentos de cores mais claras que a dos solos da área fonte.
	Textura	Sedimentos predominantemente arenosos
	Estratificação	Plano-parela: camadas arenosas dessimétricas de cores vermelha e amarelas e camadas areno-argilosas centimétricas de cores brunas. Estratificação cruzadas nas camadas arenosas.
	Comportamento mecânico	Sedimentos poucos coesos. Camadas arenosas friáveis. Baixa resistência a penetração do trado. Liquefação das áreas nos furos a trado, sob o lençol freático.

	Artefatos e obras	Presença eventual de restos de tijolos, telhas, madeiras, vidros, etc. E também de cercas, monjolos, pontes, etc.
	Da base do depósito	Matéria orgânica abundante. Restos vegetais. Carvão e madeira carbonizada.
Do substrato		Solo hidromórfico ou substrato rochoso. Resistência à penetração do trado. Contato brusco com o depósito.

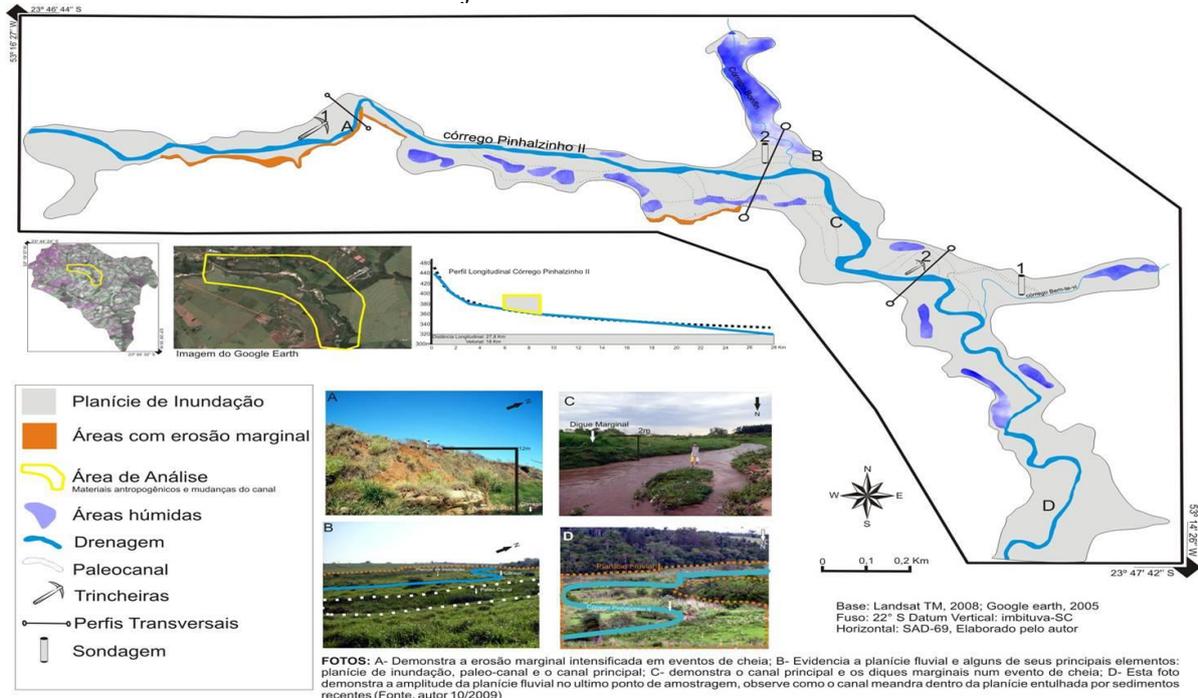
Fonte: Oliveira, 1994.

Verifica-se que em algumas partes, o canal encontra-se assoreado, com alterações de seu perfil no decorrer de ciclos curtos. Sendo que em outras áreas em seus processos naturais normais, o tempo de deposição seria maior, causadas principalmente pelas oscilações meteorológicas. Ou seja, com a urbanização intensificaram as dinâmicas fluviais dos setores estudados.

B-Depósitos tecnogênicos de Umuarama- Noroeste do Paraná

Os locais e algumas características da área de pesquisa estão dispostos na figura 2. Esta apresenta as planícies de inundação, as áreas com erosão marginal, áreas úmidas, paleocanais, e os locais onde foram efetivadas as trincheiras e sondagens e nos trabalhos de campo de França Junior (2010).

Figura 02- Localização das trincheiras, sondagens e feições das planícies tecnogênicas do córrego Pinhalzinho II a jusante da área urbana de Umuarama- PR



Fonte: França Junior, 2010.

Conforme França Junior e Souza (2011) as intercalações de camadas arenosas e argilosas, plano-paralelas verificadas na área de estudo, bem como a existência de estratificação plano-paralela nas camadas arenosas indicam fases de deposição de sedimentos, transportados por escoamentos superficiais concentrados, de elevada capacidade de transporte, intercaladas à fases de deposição. O porte das camadas arenosas indica uma combinação de vários fatores entre os quais se destacam a disponibilidade de sedimentos na área fonte e ocorrência de chuvas intensas, capazes de produzir escoamentos de elevada vazão (fig.03-04-05).

Figura 03- Descrição trincheira1- córrego Pinhalzinho II
 Trincheira 1- córrego Pinhalzinho II



Camada 1: 0 a 20 cm, coloração 10 YR 3/4, Textura areia fina areno argilosa, matéria orgânica

Camada 2: 20 a 45 cm, coloração 5,5 YR 4/6, Textura areia fina a média, areno argilosa, presença de nódulos de carvão maior que 1cm. Obs. foi encontrado um solado de chinelo e plásticos

Camada 3: 45 a 60 cm, coloração 10YR 4/6, Textura areia areno argilosa,

Camada 4: 60 a 90 cm, coloração 5,5YR 5/6, Textura areia média. obs. em 75 cm estratificação plano paralelo, de 0,5 a 2mm de espessura, também foram encontrados filetes de borracha, plásticos em 80cm.

Camada 5: 90 a 1,26m, coloração 5,5YR 7/1, Textura areia média Obs. estratificação com maior evidência do que na camada anterior, com presença de carvão, material orgânico e óxido de ferro, estratificação plano-paralela com espessuras variando de 0,5 a 2mm. Plástico em 1m.

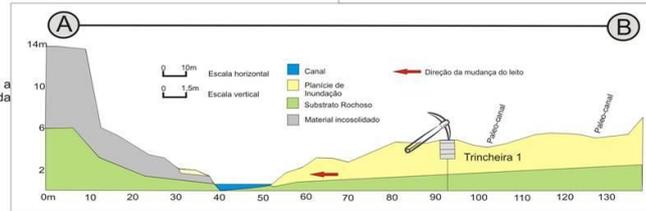
Camada 6: 1,26 a 1,76 m, coloração 10 YR 5/8, textura: areia média, obs. estratificação plano-paralela com mais evidência do que camada anterior, sendo mais pronunciada, presença de óxido de ferro

Camada 7: 1,76 a 3m, coloração 5 YR 7/1, textura: areia grossa. Obs. estratificação plano paralela, possui uma camada em 2,26m com 2 cm de matéria orgânica. encontrado papel laminado em 2,2m e plástico em 2,3m.

Camada 8: de 3 a 5,2m, coloração 5 YR 5/1, textura: areia média a grossa. Obs. coloração mais escura por causa da humidade e da matéria orgânica e argila (coleta em 4,4m)

Camada 9: de 5,2 a 5,5m, coloração 6 YR 6/2, textura: argilo-arenosa

Camada 10: de 5,2 a 6m precisamente chegou-se num material mais resistente, devido as ao afloramento próximo e as condições locais, demarcado como transição para a rocha matriz (Formação Caiuá).

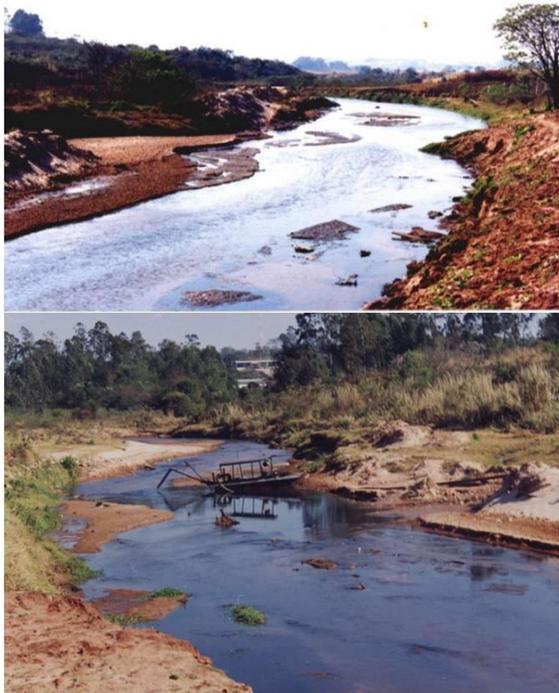


Trincheira 1- perfurada 2,30m numa planície, o local encontra-se a 30 metros do canal na margem esquerda do canal. Devido as suas características sedimentares com estratificações plano-paralelas, demonstra ser um antigo paleo-canal.

Fonte: França Junior (2010).

Observa-se que a formação destes depósitos, estão ligados diretamente ao assoreamento do canal, que, por sua vez, devido à demanda de sedimentos começou a meandrar sobre a planície e depositar, formando novos depósitos. As sondagens 1 e 2 (Figuras 03 e 04) e trincheiras 1 e 2 (Figuras 5 e 6), demonstram claramente fases de deposição diferenciadas, desencadeadas por vazantes e cheias de ciclos curtos, médios e longos.

Figura 4 - Dragagem do canal em 1998 devido a grande quantidade de sedimentos; Córrego Pinhalzinho II próximo da área urbana, com processo de assoreamento em 1999.



Fonte: Souza, 2001.

Figura 5 -Descrição da Trincheira 2 no córrego Pinhalzinho II
Trincheira 2 - córrego Pinhalzinho II



Fonte: França Junior, 2010

Como exemplo de efeitos naturais que, podem intensificar os processos de erosão e sedimentação, a pesquisadora Souza (2001) fez vários registros fotográficos em 1998. Aliados com esses registros, observou-se que os anos com presença de el niño, que proporciona chuvas intensas na Região Sul do Brasil, como no ano de 1998. Neste ano a precipitação chegou a aproximadamente 2000mm anuais para a região da bacia em estudo. Desta forma foi identificado um ciclo de erosão significativo nesta região (figura 4). Este registro, demonstra interferências naturais climáticas, associadas pela ação indireta do homem, com a abertura de áreas para loteamentos na área urbana de Umuarama, desmatamentos e ausência de vegetação ciliar.

Conforme França Junior e Souza (2011) os depósitos tecnogênicos, testemunham a dinâmica dos processos erosivos desencadeados pelas mudanças do uso da terra, identificando que não ocorreu continua erosão, transporte e deposição, mas intervalos, que demonstram fases de evolução aliadas aos fatores climáticos e cobertura do solo.

Figura 6 - Sondagem 01- córrego Bem-te-vi próximo ao Pinhalzinho

II

Sondagem 1: córrego Bem-te-vi



Afluente da margem esquerda do córrego Pinhalzinho II. Na área de contato do afluente com o pinhalzinho, formaram-se depósitos intercalados com areia fina, média e argila. Forma-se um terraço de aproximadamente meio metro acima da margem construída pelo afluente. (a sondagem foi feita na entrada da várzea, após este terraço).

Ponto da sondagem: X: 270876 Y: 7367716 alt. 340

Camada 1- possui 60cm de sedimento com alto teor de argila e fragmentos de gramineas, coloração escura devido a grande quantidade de matéria orgânica.

Camada 2- possui 90cm de sedimento com alto teor de areia grossa, e estratificações plano-paralelas de areia fina, média e grossa. observa-se fragmentos de plásticos e pedaços de madeira na base da sonda.

Observação: as fotografias ao lado mostram o local onde foi efetuado a sondagem. Em 1998 ocorreu o mudança do canal, onde este meandrou e ocupou a planície de inundação do córrego Bem-te-vi. Provavelmente a sondagem foi efetuado neste local, devido as duas camadas bem marcadas por um processo de deposição aluvionar e outro por deposição lântica com grande presença de matéria orgânica. O local em 10/2009 possuía um planície recoberta por gramineas e intercaladas com vegetação de áreas húmidas: Taboa (*Typha domingensis*).



Fonte: França Junior, 2010.

Nas análises efetuadas observa-se que o aumento de áreas impermeabilizadas na bacia proporcionara elevações súbitas de vazões, que aumentaram a energia de fluxo e com isso, ocorreu o transporte dos sedimentos e materiais oriundos da urbanização, para setores a jusante da área urbana, que acabou se depositando sob as antigas planícies de inundação.

Figura 7 - Sondagem 1- foz do córrego Bem-te-vi



Fonte: França Junior, 2010

A caracterização e identificação dos depósitos tecnogênicos, pode favorecer a decisão de novas ações para a recuperação de áreas degradadas. Ações estas, principalmente, de cunho deliberativo, para amenizar os impactos sobre os sistemas hidrográficos, bem como ambientais de um ambiente urbano.

Esta pesquisa, bem como outras da mesma linha tratam de alterações recentes, marcadas pela grande alteração que o homem vem causando aos sistemas naturais. Ela indica que na região Noroeste do Paraná, bem como em outras regiões que possuem características geológicas semelhantes, que o mesmo processo geomorfológico pode ocorrer. A formação de depósitos tecnogênicos torna-se uma evidência marcante para este novo período geológico do Tecnógeno/Antropoceno, comprovando a capacidade do homem em transformar o espaço, e registrando suas ações nas dinâmicas ambientais.

Referências

BIGARELLA, J. J; MOUSINHO, M.R. **Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvios e várzeas.** Boletim Paranaense de Geografia. Curitiba,1965 16/17, 117-151.

BIGARELLA, J.J.; MAZUCHOSWSKI, J.Z. **Visão integrada da problemática da erosão.** In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, III., Maringá, ABGe, ADEA, 1985. 332p

CEMADEM- **ESTAÇÕES HIDROLÓGICAS**- Acesso em 09-04-2020 disponível em http://sjc.salvar.cemaden.gov.br/resources/graficos/cemaden/hidro/hidrolologica_interativo.html?est=8722&uf=PR

CHARLTON, RO. **Fundamentals of Fluvial Geomorphology.** Nova York, 2008. ed Routledge. 275p.

CHIN, A. **Urban transformation of river landscapes in a global context.** Geomorphology 79, pp. 460– 487. 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial.** São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

FRANÇA JUNIOR, P; VILLA, M. E. C. D. **Análise macroscópica nas cabeceiras de drenagem da área urbana de Umuarama, região noroeste-Paraná/Brasil.** Geografia Ensino & Pesquisa, v. 17, n. 1, p. 107-118, 2013.

FRANÇA JUNIOR, P; SOUZA, M.L. **A formação de depósitos tecnogênicos no Noroeste do Paraná/Brasil.** XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA - III Encontro do Quaternário Sul-americano. Armação dos Búzios- RJ, 2011. Disponível em: <http://www.abequa.org.br/anais2011/atuual.php>

GASPARETTO, N. L. **As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o arenito Caiuá.** São Paulo, 1999.185p. Tese de doutorado em Geoquímica e Geotectônica. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

GASPARETTO, N. L.; SOUZA, M.L. **Contexto geológico-geotécnico da Formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense-PR.** ENGEOPAR, 1ed. 2003. Maringá-PR.

GEOINDICATORS- **Lista geral dos geoindicadores e descrições**
<http://www.lgt.lt/geoin/topic.php?tid=checklist> / Acesso em 19/04/2010

HÜLSMEYER, A. F. et al. **Avaliação das áreas permeáveis como subsídio ao planejamento de áreas verdes urbanas de Umuarama-PR.** Akropolis-Revista de Ciências Humanas da UNIPAR, v. 15, n. 1, 2007.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** 1ed. Curitiba, Paraná. Banco de desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisas tecnológicas, 1968. 350p.

MONTANHER, O. C. **Levantamento de dados e análise de mudanças em sistemas fluviais por meio de geoprocessamento e sensoriamento remoto: proposta metodológica e estudo de caso.** Caminhos de Geografia. Uberlândia - MG v. 20, n. 70 Junho/2019 p. 136–157

NAKASHIMA, Paulo; DE NÓBREGA, Maria Teresa; GASPARETTO, Nelson Vicente Lovatto. **Metodologia para cartografia geotécnica de Umuarama, Paraná.** Boletim de Geografia, v. 10, n. 1, p. 05-10, 1992.

OLIVEIRA, A.M.S. **Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual.** In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Salvador. Anais... São Paulo : 1990. ABGE. v.1, p.411-415.

OLIVEIRA, A.M.S; QUEIROZ NETO, J. P. **Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no planalto ocidental paulista.** Boletim Paulista de Geografia nº 73, São Paulo, 1994.

SCHUMM, S.A; MOSLEY, M.P; WEAVER, W. **Experimental Fluvial Geomorphology.** New York, United States, 1987. John Wiley and Sons editor. 416pages.

SOUZA, M. L. **Proposta de um sistema de classificação de feições erosivas voltados a estudos de procedimentos de análises de decisões quanto a medidas corretivas, mitigadoras e preventivas: aplicação no município de Umuarama (PR).** Rio Claro: 2001 284f. Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências exatas.

TUCCI, C. E. M. **Gestão integrada das águas urbanas.** Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 5, n. 2, p. 71-81, 2008.

URBAN, M.A. **Conceptualizing anthropogenic change in fluvial systems drainage development on the Upper Embarras River, Illinois.** 2002. Professional Geographer, 54(2):

WOLMAN, M. Gordon. **A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels.** Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, v. 49, n. 2-4, p. 385-395, 1967.

SOBRE OS AUTORES

PEDRO FRANÇA JUNIOR

Pedro França Junior é professor a 9 anos do ensino superior e atualmente leciona no curso de Geografia na Universidade Federal de Jataí- UFJ na área de Geografia Física, na graduação e pós-graduação. É formado em Geografia pela UNESPAR de Campo Mourão; Mestrado em Geografia na linha de Análise Ambiental na Universidade Estadual de Maringá- UEM e Doutorado em Geografia na linha de dinâmica da Natureza pela Universidade Estadual Paulista- UNESP campus de Presidente Prudente- SP. Em suas pesquisas de mestrado e doutorado pesquisou os terrenos tecnogênicos. É associado da UGB- União da Geomorfologia Brasileira e da ABEQUA-Associação Brasileira para os estudos do Quaternário, com publicações na área. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9339042400471181>

ALEX UBIRATAN GOOSSENS PELOGGIA

Geólogo, Doutor em Ciências. Membro da Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo), da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) e da Associação Brasileira de Estudos Sociais da Ciência e das Tecnologias (ESOCITE). Pesquisador Independente, membro da Comissão Brasileira de Estratigrafia (SBGeo) e colaborador do Instituto do Legislativo Paulista (ILP-ALESP). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7402171956329293>

CARINA CRISTIANE KORB

Bacharel em Geografia (2004) pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Mestre em Geografia (2006) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atua como Geógrafa na Magna Engenharia Ltda. Tem experiência em estudos (EIA/RIMA, PCA, PBA, RCA, PRAD, etc.) voltados ao licenciamento ambiental e planejamento de recursos hídricos. Possui experiência em Geociências e Sistema de Informações Geográficas (SIG) aplicados à análise/avaliação de impactos ambientais e conservação da paisagem. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2878772952586662>

MARTA LUZIA DE SOUZA

Possui graduação em Engenharia Geológica pela Universidade Federal de Ouro Preto (1993), mestrado em Geotecnia pela Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos (1996) e doutorado em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2001). Atualmente é professor associado na Universidade Estadual de Maringá (UEM). Tem experiência de pesquisas na área de Geociências. É afiliada e colaboradora da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - ABGE. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6948419345322907>

MÁRCIA CRISTINA CUNHA

Doutorado em Geografia pela UFPR. Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná-UNICENTRO. Graduada em Geografia UNESPAR. Professora na Universidade Federal de Jataí. Experiência em pesquisa na área de hidrogeomorfologia e Geotecnologias Aplicada. Coordenadora do Laboratório de Pedologia e Erosão de Solos. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7386443220039942> .

ELIZA DO BELÉM TRATZ

Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual do Centro Oeste (2005). Mestre em utilização e conservação de recursos naturais pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (2009). Durante o doutorado atuou em pesquisas sobre os aspectos geológicos, geomorfológicos da região central da Província magmática do Paraná-Etendeka(2017).Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1670822252315288>

DIRCE MARIA ANTUNES SUERTEGARAY

Licenciada em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (1972) obteve seu mestrado em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (1981) e doutorado em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (1988). Professora na FIDENE, atual Unijui entre 1973 e 1982 e na UFSM entre 1978 e 1985 . Professora titular na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atua no campo da de Geografia, com ênfase nos estudos da natureza. A temática na qual centra sua pesquisa é relativa aos estudo de: desertificação/ arenização, ambiente e cidade, ensino de geografia e mais recentemente dedica-se o ensino e a pesquisa em Epistemologia da Geografia. Coordena o grupo de pesquisa Arenização/desertificação: questões ambientais. Presidente da AGB biênio 2000-2002. Coordenadora da área de Geografia CAPES 2005-2007. É professora convidada da UFRGS e atua no curso e Pós-graduação em Geografia dessa instituição. Vinculada (2013-2016) ao curso de Mestrado em Desenvolvimento Regional da FACCAT. Presidente da ANPEGE biênio 2016 - 2017. Professora Visitante na UFPB- Departamento de Geociências- Programa de Pós Graduação em Geografia 2018. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9421520757946663>

JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES

Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2. Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1990), doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002), Pós-doutorado pela Universidade de Alicante, Espanha (2008-2009) e Livre Docência em Geografia Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2014). Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Orientador de mestrado e doutorado. Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Geomorfologia, mapeamento geomorfológico, erosão, depósitos tecnogênicos e ambiente. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4756709773076464>

