

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - CURSO DE MESTRADO

FELIPE RODRIGUES MACEDO

**OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À EROSÃO NA ÁREA URBANA E  
PERIURBANA DE CIDADE GAÚCHA – PARANÁ**

MARINGÁ - PR  
2015

FELIPE RODRIGUES MACEDO

**OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À EROSÃO NA ÁREA URBANA E  
PERIURBANA DE CIDADE GAÚCHA - PARANÁ**

Dissertação de Mestrado apresentada a  
Universidade Estadual de Maringá, como  
requisito parcial para a obtenção do grau de  
mestre em Geografia, área de concentração:  
Análise Regional e Ambiental, Linha de  
Pesquisa: Análise Ambiental

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marta Luzia de Souza

MARINGÁ - PR  
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

M141o Macedo, Felipe Rodrigues  
Ocupação das áreas de risco à erosão na  
área urbana e periurbana de Cidade Gaúcha  
- Paraná / Felipe Rodrigues Macedo. --  
Maringá, 2015.  
81 f; Il.; color.; maps.; graf.; tabs.

Orientador: Prof. Dra. Marta Luzia de  
Souza.

Dissertação ( Mestrado em Geografia)-  
Universidade Estadual de Maringá. Centro  
de Ciências Humanas, Letras e Artes.  
Departamento de Geografia. Programa de  
Pós-graduação em Geografia.

1.Geografia física. 2. Processos  
erosivos. 3. Ocupação irregular - Areas  
de risco. I. Souza, Marta Luzia de,  
orient. I. Centro de Ciências Humanas,  
Letras e Artes. Departamento de  
Geografia.Programa de Pós-graduação em  
Geografia.

551.41 21.ed.

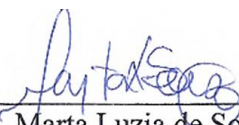
Cicilia Conceição de Maria  
CRB9- 1066

OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À EROÇÃO NA ÁREA URBANA E  
PERIURBANA DE CIDADE GAÚCHA - PR

Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia, área de concentração: Análise Regional e Ambiental, linha de pesquisa: Análise Ambiental

Aprovada em **13 de março de 2015**.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr.ª Marta Luzia de Souza  
Orientadora - UEM  
Universidade Estadual de Maringá



---

Prof. Dr. Nelson Vicente Loyatto Gasparetto  
Membro convidado  
Universidade Estadual de Maringá



---

Prof. Dr. José Edézio da Cunha  
Membro convidado  
UNIOESTE/MCR

## AGRADECIMENTOS

Ao Governo Federal, Ministério da Educação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro desta pesquisa.

Ao Governo do estado do Paraná, Secretaria da Educação.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marta Luzia de Souza pela orientação segura, amizade, paciência e incentivo na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Nelson V. L Gasparetto pelo auxílio em todas as etapas desta pesquisa.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Tereza de Nóbrega pelas contribuições pertinentes na banca de qualificação.

À Miriam de Carlos, pelo apoio, incentivo e paciência em todas as etapas dessa pesquisa.

Ao Prof. Dr. Hélio Silveira pelas contribuições ao longo desta pesquisa.

À Prefeitura Municipal de Cidade Gaúcha e seus funcionários, sempre prestativos, pelo fornecimento de material.

Aos amigos Paulo Miguel B. Terassi, Ricardo H. Bueno, Francieli S. Marcatto, Márcio J. Elias, Manoela A. Coelho, Felipe Ramos e a todos os outros que me ajudaram a desenvolver esta pesquisa.

## RESUMO

Durante a década de 1990 foi realizado o mapeamento geotécnico de cinco municípios do noroeste do estado do Paraná em um convênio entre a Universidade Estadual de Maringá/ Departamento de Geografia e a Superintendência do Controle da Erosão e Saneamento Ambiental (UEM/DGE/SUCEAM). Dentre esses municípios estava Cidade Gaúcha, em que este trabalho analisa, passados 20 anos, os principais pontos do mapeamento original, com o objetivo de averiguar se o trabalho foi de fato aplicado nas áreas urbanas e periurbanas. Esta pesquisa também verificou a usabilidade desse mapeamento diante da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). Não foram constatados problemas erosivos nas áreas rurais com pastagens que ainda mantém as recomendações do Programa Paraná Rural. Já nas áreas rurais com cana-de-açúcar foram encontradas erosões laminares. No caso de Cidade Gaúcha, as maiores feições erosivas se encontram na área urbana. Três locais foram identificados, na época, como susceptíveis à ocorrência de erosão, dentro da área urbana, sendo que duas delas ainda possuem problemas e o outro local está em melhores condições, sem apresentar feições erosivas. No primeiro deles, a feição erosiva encontra-se por volta de 23 metros das casas, com a presença de uma nascente. No segundo está ocorrendo a reativação de uma feição erosiva, pois as obras realizadas para o controle erosivo não surtiram os efeitos desejados. Já o terceiro local se apresentou melhor conservado, influenciado pela criação de uma Zona de Interesse à Proteção (ZIP) e com a baixa ocupação das ruas próximas, que auxiliaram na infiltração das águas pluviais. Em termos da PNPDEC, o mapeamento realizado em 1994 foi de grande qualidade, não somente na marcação das zonas, mas também nas diretrizes de ocupação. Todos os problemas erosivos encontrados atualmente foram causados, provavelmente, pela falta de aplicação do mapeamento geotécnico original.

**Palavras-chave:** escoamento superficial, processos erosivos, proteção e defesa civil

## ABSTRACT

During the 1990s was conducted geotechnical mapping of five cities in the Northwest of the Paraná State in an agreement between the Maringá State University, Geography Department and the Supervision of Erosion Cidade Gaúcha in this work analyses past 20 years, the main points of the original mapping, in order to ascertain whether the work was actually applied in urban and peri-urban areas. This research also, verifies use the mapping against the National Policy of Protection and Civil Defence (PNPDEC). It were not observed erosion problems in the rural areas with pastures that still support the recommendations of Paraná Rural Programme, already in the rural areas with sugarcane, sheet erosions were found. In the case of Cidade Gaúcha, the major erosional features are found in the urban area. Three areas have been identified, at the time, as problematic, in the urban area, and in two of them still have problems and the other place is in better conditions, without presenting erosional features. In the first of these, the erosive feature is around 23 metres of houses, with source presence. The second is occurring the reactivation of an erosive feature, because the works carried out for the erosive control had not produced the desired results. Already the third sector presented better conserved, influenced by an Area of Interest to the Protection (ZIP) creation and with low occupation of nearby streets, which assisted in rainwater infiltration. In terms of PNPDEC, the mapping carried out in 1994, was of great quality, not only in marking of zones, but also in the occupation guidelines. All the problems of erosion found now were caused probably by the lack of application of the original geotechnical mapping.

**Keywords:** runoff, erosion processes, civil protection and defence

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Tipos de Cartas Geotécnicas	22
Figura 4.1 - Localização da área de estudo	37
Figura 4.2 - Carta de Solos de Cidade Gaúcha	38
Figura 4.3 - Carta Clinográfica de Cidade Gaúcha	40
Figura 4.4 - Carta hipsométrica de Cidade Gaúcha	41
Figura 4.5 - Área urbana de Cidade Gaúcha	46
Figura 4.6 - Carta de Uso da Terra de Cidade Gaúcha	49
Figura 5.1 - Carta de Zonas de Riscos à Erosão	52
Figura 5.2 - Carta de Zoneamento Urbano	54
Figura 5.3 - Perfil A-B	56
Figura 5.4 - Perfil C-D	56
Figura 5.5 - A cultura (pastagem) e o relevo predominante na área estudada	57
Figura 5.6 - Estrada rural na bacia do córrego Palmital	58
Figuras 5.7 e 5.8 - Princípio de processo erosivo no canavial	58
Figuras 5.9 e 5.10 - Loteamento Residencial Vitória, Cidade Gaúcha, em maio de 2014 e janeiro de 2015	59
Figura 5.11 - Aterramento da feição erosiva em área urbana	60
Figura 5.12 e 5.13 - Rio Itaoca em novembro de 2011 e janeiro de 2015, respectivamente	61
Figuras 5.14 e 5.15 - Baixo curso do córrego Ipiranga	62
Figura 5.16 - Imagem de Satélite de Cidade Gaúcha em maio de 2009	63
Figura 5.17 - imagem de satélite de Cidade Gaúcha em janeiro de 2012	63
Figura 5.18 - Imagem de satélite de Cidade Gaúcha em março de 2014	64
Figura 5.19 - Feição erosiva no setor norte da área urbana de Cidade Gaúcha - PR	65
Figura 5.20 - Feição erosiva na zona de expansão urbana de Cidade Gaúcha – PR	65
Figura 5.21 - Aprofundamento da feição erosiva de Cidade Gaúcha – PR	66
Figura 5.22 - Trecho com mais de 30 metros da feição erosiva de Cidade Gaúcha - PR	66
Figura 5.23 - Zona de Interesse à Preservação leste do quadro urbano de Cidade Gaúcha - PR	67



### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 3.1 – Normas da ABNT utilizadas na pesquisa	35
--	----

### **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 4.1 - Precipitação média mensal em Cidade Gaúcha, PR	42
Gráfico 4.2 - Precipitação total anual (mm) em Cidade Gaúcha	43
Gráfico 4.4 - Evolução da área plantada de cana-de-açúcar em Cidade Gaúcha de 1990 a 2013 (ha)	47

### **LISTA DE TABELAS**

Tabela 3.1 - Classes de declividade e a distância no ábaco	31
Tabela 4.1 - População no Município de Cidade Gaúcha	44

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>12</b>
2.1 Fatores de formação do solo	12
2.2 Fatores naturais que influenciam a formação de erosão	14
2.3 Tipos de feições erosivas	16
2.4 Conservação do solo	19
2.5 Cartas Geotécnicas	21
2.5.1 Metodologia espanhola	22
2.5.2 Metodologia francesa (ZERMOS)	23
2.5.3 Metodologia brasileira - Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP)	24
2.5.4 Metodologia brasileira - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)	25
2.6 Legislação - PNPDEC	27
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>29</b>
3.1 Os quatros níveis da pesquisa geográfica na área de estudo	30
3.2 Plataformas tecnológicas para o desenvolvimento da pesquisa	35
<b>4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>36</b>
4.1 Características do meio físico e natural	36
4.2 Breve histórico do processo de ocupação de Cidade Gaúcha	43
4.3 Densidade demográfica no período de 1970-2010 em Cidade Gaúcha	44
4.4 Uso da Terra atual de Cidade Gaúcha	48
<b>5 OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À EROSÃO</b>	<b>51</b>
5.1 Carta de Zonas de Risco à Erosão (1994)	51
5.2 Carta de Zoneamento Urbano (2005)	53
5.3 Perfis topográficos e da ocupação atual	55
5.4 Checagem das áreas de risco à erosão de 1994 para 2014	57
5.4.1 Zona estável	57
5.4.2 Zona de estabilidade precária	59
5.4.3 Zona de instabilidade potencial	60
5.4.4 Zona de instabilidade declarada	61
5.5 Diretrizes de ocupação	68
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>75</b>

## INTRODUÇÃO

As zonas de susceptibilidade à erosão são áreas que podem gerar inúmeros problemas no meio físico, como o assoreamento de rios, a perda de solos, entre outros, e do meio social como a perda de habitações e de vidas humanas.

No caso do noroeste do estado do Paraná, o processo de ocupação foi marcado por desmatamento generalizado a partir da década de 1940, rápido crescimento populacional e a não adoção de práticas conservacionistas, que acabaram por expor os solos da região, em geral de textura arenosa média, ou seja, de grande susceptibilidade à erosão, como erosão laminar e linear, e também a movimentos de massa, o que pode causar a perda da produtividade dos solos, o assoreamento dos cursos d'água, etc.

Neste contexto, no início da década de 1990, o governo do estado teve a iniciativa de realizar o mapeamento de áreas susceptíveis à erosão nessa região, visando um maior conhecimento do território para um melhor planejamento de ocupação.

Foi realizado um convênio entre a Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia (UEM/DGE) com a Superintendência do Controle da Erosão e Saneamento Ambiental (SUCEAM), atualmente extinta. Esse convênio resultou no mapeamento de áreas de risco a erosão de cinco municípios, sendo elas: Umuarama, Cianorte, Nova Esperança, Paranavaí e Cidade Gaúcha.

A implementação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) no ano de 2012 abrangeu as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltada à proteção e defesa civil. Com a PNPDEC, a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios passaram a atuar em conjunto, visando à redução de desastres e o apoio às populações atingidas. Dentre as medidas adotadas está a elaboração da Carta Geotécnica de aptidão à urbanização para os novos parcelamentos de solo nos planos diretores municipais.

Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivo geral identificar e analisar as áreas de risco à erosão da zona urbana e periurbana de Cidade Gaúcha, noroeste do Paraná, apontadas no mapeamento geotécnico realizado em 1994.

Os objetivos específicos da pesquisa foram:

- a) Levantar documentos cartográficos e adaptar para a escala de análise (1:50.000) para o entendimento da dinâmica erosiva;
- b) Identificar a relação do mapeamento de 1994 com a PNPDEC;
- c) Fornecer bibliografia básica para possíveis ações mitigadoras e de prevenção na forma de diretrizes de ocupação.

Esta pesquisa se justificou em função dos 20 anos do convênio UEM/DGE/SUCEAM ser uma data importante para a verificação na prática da aplicação ou não do mapeamento geotécnico realizado. Também para compreender o mapeamento original em

relação à PNPDEC, ou seja, a possibilidade de uso e implementação da carta geotécnica nos dias atuais.

Assim, esta pesquisa se integra em cinco partes. Após a introdução, a segunda parte apresenta a fundamentação teórica que aborda os conceitos relacionados sobre a formação do solo, os fatores naturais que influenciam a formação de erosão, os tipos de feições erosivas, a conservação do solo, os conceitos e exemplos de cartas geotécnicas e a legislação sobre a PNPDEC.

O terceiro item contempla os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

A caracterização do meio físico, socioambiental e o histórico de ocupação de Cidade Gaúcha são apresentados na quarta parte, juntamente de alguns dos produtos cartográficos elaborados para esta pesquisa e adaptados dos produtos elaborados em 1994.

No quinto item, se encontram as análises das ocupações das áreas de risco à erosão, os outros produtos cartográficos elaborados e adaptados, os dados obtidos nas visitas de campo realizadas e as diretrizes de ocupação.

Por fim, as conclusões e as considerações finais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao olharmos para uma paisagem qualquer, uma das primeiras coisas que nos chamam a atenção é o relevo. Podemos ver casas, indústrias, plantações, florestas, rochas, solos e etc., mas todos possuem uma forma na paisagem e essa forma é o relevo.

A Geomorfologia é a área das Ciências da Terra mais diretamente utilizada no suporte absoluto às atividades humanas, uma vez que, dependendo de suas características, o relevo pode favorecer ou dificultar a ocupação dos ambientes terrestres (FLORENZANO, 2008). Assim, como apontado por Ross (2006) “o relevo da superfície terrestre é o piso, o chão, onde a humanidade constrói e desenvolve suas atividades, produz, organiza e reorganiza seus espaços territoriais”.

A Geografia é a ciência que estuda a localização, a gênese e as evoluções espaciais de objetos naturais e culturais na superfície da Terra. Segundo esta definição, a princípio, tudo o que tenha expressão geográfica, ou seja, tudo que de alguma maneira se instale ou apresente consequências, diretas ou indiretas, sobre a superfície da Terra (COLANGELO, 2004). Portanto, a Geomorfologia e a Geografia são de interesse da humanidade. Um exemplo desses interesses está na conservação do solo. A luta da humanidade contra a erosão do solo é tão antiga como a agricultura. Quando mudou do nomadismo para um sistema fixo de vida, o homem teve necessidade de intensificar o uso do solo levando à destruição da cobertura pedológica (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

Para compreender a importância da conservação do solo é necessário entender seus fatores de formação.

### 2.1 Fatores de formação do solo

Habitamos a superfície da Terra e dependemos dos materiais disponíveis. Estes, em sua maior parte, são produtos das transformações que a crosta terrestre sofre na interação com a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera, ou seja, são produtos do intemperismo (TOLEDO, *et al.*, 2000).

O intemperismo e a erosão são processos geológicos importantes no ciclo das rochas e no sistema Terra. Combinados à tectônica e ao vulcanismo (outros dois elementos do ciclo das rochas), o intemperismo e a erosão modelam a superfície terrestre e alteram os materiais rochosos em sedimentos que auxiliam na formação dos solos (GROTZINGER, *et al.*, 2007).

O intemperismo difere da erosão por ser um fenômeno de alteração das rochas, executado por agentes essencialmente imóveis, enquanto a erosão é a remoção e transporte dos materiais por meio de agentes móveis como a água, o vento (CHIOSSI, 2013).

Lepsch (2011) explica que a ideia de que os solos são resultantes de ações

combinadas dos fatores clima, organismos, material de origem e idade da superfície do terreno foi inicialmente elaborada por Dokuchaev, no final do século XIX. Em 1941, nos Estados Unidos, Hans Jenny ressaltou o relevo como fator adicional e sugeriu também uma equação, na qual a formação de um determinado solo pode ser representada com o seguinte modelo:

Solo = f [ (a) clima, (b) organismos, (c) material de origem, (d) relevo e (e) tempo]

Clima e organismos são considerados fatores ativos, enquanto relevo, material de origem e tempo são fatores passivos, ou seja, estão sofrendo ação dos fatores ativos e processos pedogenéticos. Assim, o material de origem deve ser visto como o estado inicial do sistema, incluindo as suas características físicas, químicas e mineralógicas, bem como todos os outros componentes orgânicos e inorgânicos (SCHAETZL e ANDERSON, 2005).

A seguir, será destacado os cinco fatores da equação de Jenny (1941) separadamente, para facilitar a compreensão, porém, na prática, é muito difícil isolar um determinado fator da formação do solo (LEPSCH, 2011).

- a) Clima - é o fator principal na determinação de taxas de intemperismo biológico, químico e físico (HUGGETT, 2007). É o clima que regula o tipo da vegetação e os processos geomorfológicos que operam na paisagem e que podem resultar em erosões e deposições (LEPSCH, 2011).
- b) Organismos - os organismos que vivem na “biota do solo” são também de grande importância para a diferenciação dos seus perfis. Para Lepsch (2011) esses organismos compreendem: micro-organismos; vegetais superiores; animais e o homem.
- c) Material de origem - a alteração intempérica das rochas depende da natureza dos minerais constituintes, de sua textura e estrutura (TOLEDO, *et al.*, 2000).
- d) Relevo - promove no solo diferenças facilmente perceptíveis pela variação da cor, que podem ocorrer a distâncias relativamente pequenas, quando comparadas com as diferenças advindas unicamente da ação de climas diversos. Em sua maioria, resultam de desigualdades de distribuição da água da chuva, da luz e do calor do sol e da erosão no terreno (LEPSCH, 2002).
- e) Tempo - a superfície de afloramento rochoso, no qual musgos e líquenes podem se desenvolverem sobre uma delgada camada de rocha decomposta, é um exemplo do estágio inicial da formação do solo. Com o passar do tempo, e não havendo erosão acelerada, as características desse solo se tornam mais distintas, os horizontes vão se espessando e diferenciando, e o *solum* pode atingir alguns metros. Portanto, a característica influenciada pelo tempo é a espessura, pois solos jovens são normalmente menos espessos que os maduros (LEPSCH, 2011).

Deste modo, o solo pode ser definido como resultado da ação do clima, dos organismos atuando sobre determinado material de origem, em determinado relevo e durante certo tempo (MONIZ, 1996).

Portanto, o solo é um produto das interações entre minerais, matéria orgânica, água e ar.

## 2.2 Fatores naturais que influenciam a formação de erosão

De acordo com Guerra (2007), um dos mais importantes transtornos ambientais dos nossos dias, e que se reflete em problemas dos solos no Brasil, estão associados a uma combinação de rápido desenvolvimento, solos frágeis e um regime climático severo.

De maneira geral, em quase todo solo removido pela erosão, há necessidade da presença da água sobre o terreno. Os diferentes fatores intervenientes no fenômeno da erosão podem ser analisados dentro dos seguintes itens: (a) clima, (b) cobertura vegetal, (c) relevo e (d) tipos dos solos (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

- a) Clima - a chuva é o principal agente responsável pela energia necessária para a ocorrência da erosão hídrica, tanto pelo impacto das gotas sobre a superfície do solo quanto pela sua capacidade de produzir o escoamento superficial. A intensidade é o fator pluviométrico mais importante na erosão, ou seja, em duas regiões pode ocorrer num ano, a mesma quantidade de chuva, não significando que a situação seja semelhante, pois, num local pode ter acontecido várias precipitações brandas e, no outro, duas a três precipitações severas que contribuem com 60 ou 80%. É provável que neste último, se as demais condições forem semelhantes, pode-se esperar uma erosão mais severa (PRUSKI, 2006).
- b) Cobertura vegetal - a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra os processos erosivos. O efeito da vegetação pode ser assim enumerado: (1) proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva; (2) dispersão e interceptação das gotas d'água antes que estas atinjam o solo; (3) ação das raízes das plantas, formando poros e canais que aumentam a infiltração da água; (4) ação da matéria orgânica que, incorporada ao solo, melhora sua estrutura e aumenta sua capacidade de retenção de água (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008). Kittredge Jr. (1937), Horton (1937) *apud* Sternberg(1949) explicam que o conjunto das folhas de uma mata intercepta, em média, 10 a 25% da precipitação e, durante chuviscos de pequena duração, pode chegar a 100%.
- c) Relevo - a inclinação e o comprimento das vertentes interferem na velocidade de escoamento das águas superficiais, o que resulta em uma

maior ou menor efetividade dos processos erosivos. As formas das vertentes, côncava, convexa ou retilínea, definem, por sua vez, o tipo de escoamento das águas pluviais, sendo que as encostas de contorno convexo geralmente são distribuidoras de água, enquanto as encostas de contorno côncavo são coletoras de água (WEILL e PIRES NETO, 2007).

- d) Tipos de solos - as variáveis físicas do solo – principalmente textura, estrutura, permeabilidade, profundidade e densidade – e as características físicas, químicas, biológicas, exercem diferentes influências na erosão, ao conferir maior ou menor resistência à ação das águas (SANTORO, 2009).

Para se conhecer melhor a ocorrência de qualquer processo erosivo é preciso compreender os conceitos de erodibilidade e erosividade.

Erodibilidade define a resistência do solo para o desprendimento quando saturado por água. Embora a resistência do solo à erosão dependa em parte da posição topográfica, da declividade e da quantidade de pedoturbação, são as propriedades do solo os fatores mais importantes. A erodibilidade varia de acordo com a textura do solo, a estabilidade de agregados, a resistência ao cisalhamento, a capacidade de infiltração e o teor de matéria orgânica (MORGAN, 2005).

Erosividade é a habilidade dos agentes erosivos em causar a desagregação do solo e o seu transporte. A erosividade da chuva é devido ao impacto direto das gotas de chuva e pelo escoamento gerado pelas chuvas. A capacidade da chuva para causar a erosão do solo é atribuída à sua taxa e distribuição do tamanho das gotas, as quais afetam a carga de energia de uma tempestade (LAL e ELLIOT, 1994).

Uma das formas para definir quais dos fatores, erodibilidade e erosividade, está sendo o principal causador à erosão é a Equação Universal de Perdas do Solo (EUPS).

A EUPS calcula que a taxa de erosão de um local é determinada pela maneira particular com que as inúmeras variáveis físicas e de gestão são combinados. Equações de perda de solo, ainda que tão extensas e detalhadas que se tornam inviáveis, foram desenvolvidas para permitir práticas conservacionistas com base em dados limitados de erosão, para muitas localidades e condições que não tenham sido diretamente representados em uma determinada pesquisa (WISCHMEIER e SMITH, 1978).

Os autores revisaram e atualizaram a *Universal Soil Loss Equation (USLE)*, no Brasil chamado de Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS). O cálculo é obtido aplicando-se a equação:

$$A = R K L S C P$$

Onde:

A - perda de solo calculada por unidade de área em t/ha;

R - fator erosividade da chuva (MJ/ha.mm/ha);

K - fator erodibilidade do solo (MJ/ha.mm/ha);



- L - fator comprimento do declive;
- S - fator grau de inclinação do terreno;
- C - fator uso e manejo do solo;
- P - fator práticas conservacionistas.

Sendo assim, tem-se que:

Erosividade da chuva (R) - é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção vegetal (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

Erodibilidade do solo (K) - a taxa de erosão do solo (A) pode ser mais influenciada pela declividade do terreno, das características da chuva, da cobertura e manejo do que pelas propriedades do solo. No entanto, alguns solos são mais facilmente erodíveis do que outros, mesmo quando todos os outros fatores são iguais. Essa diferença, causada pelas propriedades do próprio solo, é referida como a erodibilidade (WISCHMEIER e SMITH, 1978).

Comprimento de Rampa (L) e Grau de Inclinação (S) - influenciam a quantidade e a velocidade da enxurrada que ocorre quando a capacidade de infiltração é excedida. Se esta velocidade é duplicada, seu poder erosivo é quadruplicado (LEPSCH, 2011).

Uso e manejo (C) - Os valores para C podem variar de quase zero se for um solo muito bem protegido para 1,5 para um solo totalmente descoberto com sulcos que produzem escoamento superficial e deixam os solos altamente suscetíveis à erosão (RENARD, *et al.*, 1994).

Fator práticas conservacionistas (P) - Representa principalmente como as condições da superfície afetam o fluxo e a hidráulica de vazão. É a relação entre a intensidade esperada de tais perdas com determinada prática conservacionista e aquelas perdas quando a cultura está plantada no sentido do declive (RENARD, *et al.*, 1994).

O entendimento desses fatores, que influenciam os processos erosivos, permite destacar dois importantes pontos iniciais, o impacto das gotas de chuva na superfície do solo, promovendo a desagregação e a liberação das suas partículas, e o escoamento superficial das águas, permitindo o transporte das partículas liberadas.

### **2.3 Tipos de feições erosivas**

Erosão é o conjunto de processos que promovem a desagregação e a remoção ou dissolução de partículas do solo e/ou das rochas de qualquer parte da superfície terrestre (THOMAS e GOUDIE, 2000).

A formação do solo e a erosão do solo são dois processos naturais e opostos. Muitos solos naturais não perturbados têm uma taxa de formação que é equilibrada por uma taxa de erosão. Geralmente, as taxas de erosão do solo são baixas, a menos que a

superfície do solo fique exposta diretamente à água da chuva e/ou ao vento, se a cobertura vegetal natural é removida, aceleram-se as taxas de erosão. Deste modo, a taxa de erosão excede a taxa de formação do solo e há uma necessidade de práticas de controle da erosão a fim de se conservar o solo. A erosão é um processo de três etapas: descolamento seguido por transporte e deposição (FOTH, 1990).

O impacto da chuva para Ellison (1949) *apud* Sternberg (1949) em cada gota golpeia o solo como bombas em miniaturas levantando o solo no ponto de impacto como também, vedando os poros do solo, impermeabilizando-o. Bertoni e Lombardi Neto (2008) apontam, também para a ocorrência de processos resultantes do impacto da chuva. As gotas de chuva golpeiam o solo, em alta velocidade e força, rompendo os grânulos e torrões, provocando a desagregação das partículas de solo. As mais grosseiras como as areias, serão transportadas pelo escoamento superficial, e as mais finas, como a argila ou o silte fino, vão preencher os poros da superfície do solo, provocando a selagem e a conseqüente diminuição da porosidade, o que aumenta o escoamento superficial. Assim, deve-se ter em mente a energia de uma chuva intensa. Não é raro uma chuva de 50 milímetros em um período de 30 minutos; essa chuva teria um peso de quase 560 toneladas em um hectare.

A presença de poças de água é o estágio seguinte no processo erosivo, em que o solo está saturado e antecede o escoamento superficial; se formam em condições em que a concentração de água nas irregularidades existentes no topo do solo (microtopografia) e podem ter de um milímetro até alguns centímetros de profundidade, dependendo do tipo e da utilização do solo. Uma vez que as irregularidades estejam preenchidas por água, começam a se ligar umas nas outras, dando início ao escoamento superficial (GUERRA, 2007).

Dependendo da forma em que se dá o escoamento superficial ao longo da vertente, podem-se desenvolver dois tipos de erosão: a laminar, quando causada por escoamento difuso das águas de chuva e, a linear, quando causada por concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial (SALOMÃO e IWASA, 1995).

A erosão laminar é dificilmente perceptível, entretanto, em culturas perenes formadas em terrenos suscetíveis à erosão, pode-se perceber, após alguns anos, que as raízes, ao serem expostas, indicam a profundidade de camada de solo que foi arrastada. Quando se acumula na superfície, a água se move no sentido da vertente e raramente se movimenta em uma lâmina uniforme sobre a superfície do terreno. Cada pequena porção toma o caminho de menor resistência, concentrando em pequenas depressões e ganhando velocidade à medida que a lâmina de água e a declividade do terreno aumentam (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

A erosão linear é o processo de desagregamento e transporte de solo devido à ação da do escoamento superficial concentrado. Geralmente, a maior parte da erosão que é visível no campo, é devida à erosão linear (WEILL e PIRES NETO, 2007). O DAEE/IPT

(1989) classificou as erosões lineares como (a) Sulcos, (b) Ravinas e (c) Voçorocas.

- a) Sulcos - o fluxo linear é o estágio vindo após o escoamento superficial. Nesse estágio começa a haver uma concentração de água, propiciando a acumulação dos sedimentos em seu interior. Assim, as partículas sofrem atrito entre si e, com o leito dos pequenos canais, aprofundando o sulco (GUERRA, 2007).
- b) Ravinas - resultam da evolução de sulcos erosivos, podem atingir alguns metros de profundidade. Como seu avanço é muito rápido, acarreta graves prejuízos podendo levar à total destruição de grandes superfícies de terras agrícolas, se não for combatida a tempo. São responsáveis também pelo rápido assoreamento das várzeas, dos leitos fluviais, lagos e represas, facilitando o transbordamento das águas de seus cursos e provocando inundações (SANTORO, 2009).
- c) Voçorocas - com o aprofundamento do processo erosivo linear, as ravinas podem atingir o lençol freático. Quando isto acontece, o fluxo natural da água subterrânea passa a atuar como transportador das partículas do leito da ravina, solapando sua base e provocando o desmoronamento da cabeceira, no processo conhecido como erosão remontante. A feição resultante é conhecida como boçoroca ou voçoroca (SANTORO, 2009).

As voçorocas ocorrem geralmente em terrenos arenosos. Assim sendo, podem ser encontradas em várias regiões do país. Nota-se que ocorrem geralmente em com uma topografia bastante suave, o que faz com que sejam avistadas muitas vezes somente quando se aproximam das bordas dos declives que as encerram. A formação de voçoroca pode ser atribuída à erosão superficial, ou ainda, com a ação conjunta da erosão superficial e da erosão subterrânea (PICHLER, 1953).

Um tipo comum de erosão subterrânea é por erosão em túnel (*piping*) que provoca a remoção de partículas do interior do solo, formando canais que evoluem no sentido contrário da água podendo originar colapsos do terreno, com desabamentos que alargam a voçoroca ou criam novos ramos. Devido a essa ação do fluxo de água subsuperficial, a voçoroca é um processo erosivo com alto poder destrutivo no qual atuam diversos fenômenos: erosão superficial, erosão interna, solapamentos, desabamentos e escorregamentos (SALOMÃO e IWASA, 1995). A evolução do processo erosivo a partir de sulcos, passando por ravinas e chegando a voçorocas, embora a evolução não seja sempre essa, é usual para fins didáticos e técnicos, pois facilita o planejamento de eventuais obras de controle e de recuperação de incisões erosivas (OLIVEIRA, 2007).

Para encontrar as soluções para o controle de erosão, tanto em áreas rurais quanto em urbanas é necessário pesquisar as inter-relações dos fatores contribuintes, pois ainda que alguns não sejam passíveis de modificações diretamente, eles podem ser controlados,

a partir do momento que se compreenda bem a forma como eles evoluem em cada tipo de terreno.

## 2.4 Conservação do solo

O planejamento conservacionista tem a finalidade de potencializar a produtividade das terras agrícolas por meio de um sistema de exploração eficiente, racional e intensivo, que garanta também a continuidade da capacidade produtiva do solo. Dessa forma, tenta-se assegurar o aproveitamento adequado da área agrícola, considerando as propriedades do solo, a declividade do terreno e as características das chuvas incidentes na região. Para a utilização racional do solo, deve-se considerar a sua capacidade de uso, que indica a intensidade de cultivo que pode ser aplicada ao solo sem que este sofra diminuição da capacidade produtiva por efeito da erosão (PRUSKI, 2006).

São reconhecidos três tipos básicos de práticas conservacionistas, designadas por (a) vegetativas, (b) edáficas e (c) mecânicas (WEILL e PIRES NETO, 2007).

- a) Práticas de caráter vegetativo - são métodos de cultivo que visam controlar a erosão pelo aumento da cobertura vegetal do solo. Como principais práticas podem ser citadas o reflorestamento, a formação e o manejo adequado de pastagens, o cultivo em faixas, o controle das capinas, as faixas de árvores formando quebra-ventos e cobertura do solo com palha ou acolchoamento (LEPSCH, 2011).
- b) Práticas de caráter mecânico - são práticas artificialmente desenvolvidas nas áreas de cultivo pela execução de estruturas em canais e aterros, com a finalidade de controlar o escoamento superficial e facilitar a sua infiltração, destacam-se o plantio em contorno (em nível); o terraceamento; os canais escoadouros entre outros (SALOMÃO e IWASA, 1995).
- c) Práticas de caráter edáfico - são práticas que, com modificações no sistema de cultivo, além do controle de erosão, mantêm ou melhoram a fertilidade do solo, como o controle do fogo; a adubação verde, em especial com leguminosas, a rotatividade de culturas; a adubação química; a adubação orgânica e a calagem que é a adição de cálcio no solo, para correção de acidez (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

Uma prática, tanto de caráter vegetativo como edáfico, que requer também o uso de maquinário agrícola específico, é o plantio direto na palha. Em uma só operação, as máquinas cortam longas e estreitas fendas, alinhadas em curvas paralelas e de mesmo nível, sementes e adubos são, ao mesmo tempo, colocados alguns centímetros abaixo da palha (LEPSCH, 2011).

Nas áreas urbanas, onde os solos estão descobertos, os processos de erosão

acelerada também ocorrem, com grandes prejuízos materiais e, por vezes, com perdas de vidas humanas (GUERRA, 2011). O principal objetivo do controle da erosão urbana é manter a integridade física das cidades. Logo que se inicia o processo, ele é de fácil controle, porém, ao atingir maiores proporções, é de difícil solução, envolvendo altos custos (GALERANI, *et al.*, 1995)

A ampliação das áreas pavimentadas aumenta substancialmente o volume e a velocidade das enxurradas e, desde que não dissipadas, concentram o escoamento, acelerando os processos de desenvolvimento de ravinas e voçorocas. O planejamento do sistema de drenagem urbana deve ser elaborado a partir de critérios bem estabelecidos, oriundos da política de administração pública, apoiado em regulamentos adequados e que atendam as peculiaridades locais: físicas, econômicas e sociais (SALOMÃO, 2007).

Os métodos adotados para o controle de erosão variam de acordo com as necessidades de cada local. Os principais métodos envolvem desde soluções individuais até soluções integradas (GALERANI, *et al.*, 1995). Segundo Salomão (2007), entre as principais causas do desencadeamento e da evolução da erosão nas cidades, destacam-se as seguintes:

- a) Plano de obra inadequado do sistema viário, muitas vezes agravado pela falta de pavimentação, guias e sarjetas. Nem sempre onde existem galerias pluviais existe pavimentação. Ruas sem pavimentação, em áreas suscetíveis à erosão, provocam, inevitavelmente, o entupimento de galerias, principalmente em regiões de baixa declividade.
- b) Traçado inadequado do sistema viário, não considerando a declividade e o comprimento das vertentes. Em certos casos, para controlar a direção do escoamento superficial e sua vazão, deve-se prever a implantação de lombadas transversais à direção de fluxo de água, e desviar as águas das ruas e estradas até um local de contorno seguro.
- c) Deficiência do sistema de drenagem de águas pluviais e servidas. Sempre que possível, os projetos devem considerar toda a área de drenagem que contribui para o escoamento superficial, com estudo prévio da planta topográfica da cidade, desenvolvendo os planos para o sistema de drenagem e prevendo as ruas com ou sem pavimento.
- d) Expansão urbana descontrolada. A implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais, especialmente em locais que apresentam suscetibilidade à erosão, deve ser antecedida por cuidadoso estudo, adequando os projetos à natureza dos terrenos e prevendo-se obras de controle de erosão.

O controle de drenagem urbana deve seguir estudos prévios do local, como as cartas geotécnicas. Essas cartas demonstram, entre outros fatores, o sistema de drenagem natural (águas superficiais e subsuperficiais) e apontam os melhores e os piores lugares

para a implantação de sistemas de drenagem artificial. O uso das cartas geotécnicas é fundamental para uma correta política de administração pública.

## 2.5 Cartas Geotécnicas

O conhecimento do meio físico é de grande importância para a melhor utilização e ocupação do solo, principalmente em áreas urbanas, onde o crescimento acelerado exige a ocupação rápida de novas áreas, nem sempre mais adequadas (MACIEL FILHO, 1994).

As cartas ou mapas geotécnicos são documentos gráficos que procuram fornecer informações das características físicas tais como a estabilidade e os tipos de solos, a qualidade e a aptidão agrícola, a localização e a proteção das águas, além de mostrar os riscos naturais como inundações, erosão e etc. (NÓBREGA, *et al.*, 1992)

Para Chiossi (2013) um mapa geotécnico é uma representação geral de todos os componentes de um ambiente geológico de interesse para o planejamento do uso e ocupação da terra e para a construção de obras de engenharia.

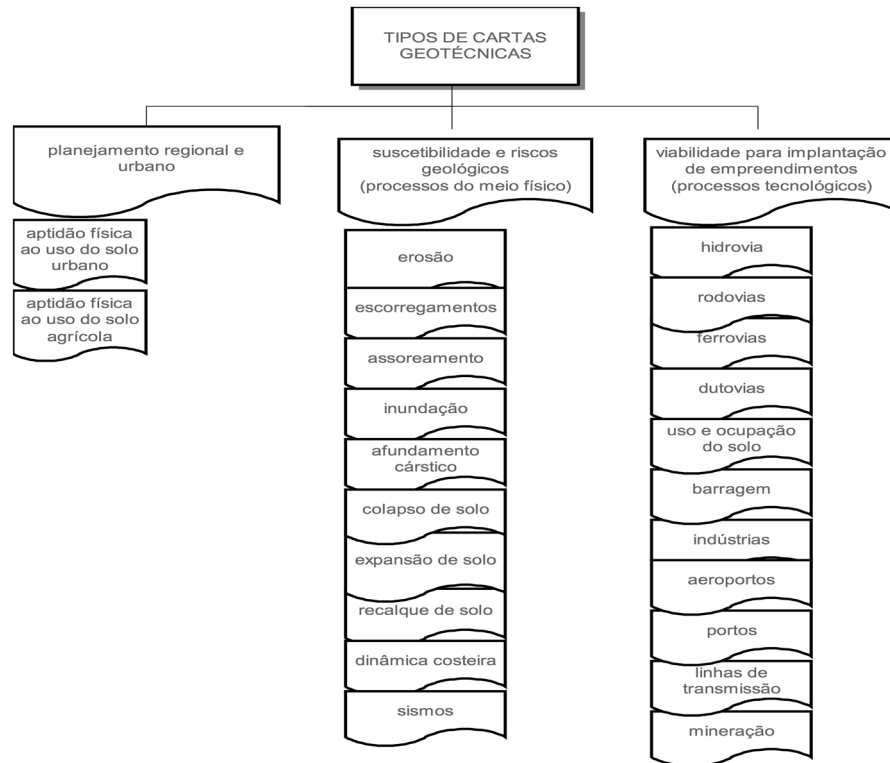
Os termos “mapa” e “carta” referem-se a documentos cartográficos utilizados para as mais diversas finalidades (obras civis, planejadores urbano, territorial e ambiental e etc.) e que reúnem informações pertinentes a um ou mais aspectos do meio (físico, biótico e antrópico). Mapa é o registro de dados obtidos de um determinado aspecto de ambiente em questão, sem interpretação, e carta refere-se a um documento cartográfico com representação das informações, ou seja, das interpretações e associações dos dados contidos nos mapas (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004).

A cartografia geotécnica pode ser considerada genericamente como a técnica de integração, síntese e representação de informações temáticas da área de Geologia de Engenharia voltada para o planejamento e gestão ambiental urbana e territorial; permite a formulação de modelos de previsibilidade do comportamento dos terrenos e o estudo de soluções para problemas decorrentes da intervenção antrópica sobre o meio físico (DINIZ, 2012).

Zuquette e Gandolfi (2004) ressaltam que o termo cartografia geotécnica se refere à elaboração do produto cartográfico e não à obtenção das informações e dados geotécnicos. Assim, a Cartografia Geotécnica é uma etapa do Mapeamento Geotécnico.

Para Diniz (1998) *apud* Diniz (2012) as cartas geotécnicas podem ser classificadas segundo a sua aplicação em ordenamento territorial, em avaliação de processos do meio físico ou em estudos de implantação de empreendimentos. As primeiras seriam cartas de aptidão à urbanização; as segundas, as cartas de suscetibilidade, perigo e riscos geológicos a processos do meio físico; e as terceiras as cartas geológico-geotécnicas para estudos de viabilidade, projetos básicos e projetos executivos de implantação de empreendimentos de infraestrutura, que seriam compostos por processos tecnológicos (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Tipos de Cartas Geotécnicas



Fonte: Diniz (1998) *apud* Diniz (2012)

A eficiência e a adequabilidade geotécnica dependem da metodologia adotada. Ela deve atender a alguns pressupostos como: os atributos considerados, sua gama de heterogeneidade e sua classificação devem considerar a escala; a ordem da obtenção dos atributos; as definições de como, onde e quanto amostrar; os critérios para estabelecer o nível de generalização das informações e como serão representados (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004). Existem inúmeros exemplos de metodologias internacionais e nacionais. Na sequência serão abordadas algumas delas que foram aplicadas no Brasil, na íntegra ou de forma adaptada para as condições do meio físico brasileiro.

### 2.5.1 Metodologia espanhola

A elaboração de trabalho de cartografia geotécnica na Espanha iniciou-se por volta dos anos 1950, ganhando impulso a partir de 1967 com o 3º Plano de Desenvolvimento Espanhol. Esse plano definiu a cartografia para o planejamento territorial, industrial e urbano, entre outros (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004).

Segundo Abad Fernandez, *et al.* (1979), foram propostos quatro tipos de cartas: as gerais, em escala de 1:200.000, em nível nacional e regional; as básicas com escala de 1:25.000, em nível regional, provincial e urbano; as seletivas de escala 1:5.000, utilizadas em estudos seletivos de áreas em desenvolvimento e, as cartas específicas em escala 1:2.000, em estudos específicos de áreas seletivas.

Essas cartas serviram para estabelecer quais os problemas inesperados e que não eram encontrados na época. Os problemas poderiam ser previstos, bem como as possíveis soluções para eles, e que eliminava a incerteza que existia antes. Os mapas geotécnicos deveriam fornecer dados suficientes para ajudar a identificar todos os possíveis problemas que afetavam os tipos de construções, bem como as possíveis soluções que deveriam ser adotadas (ABAD FERNANDEZ, *et al.*, 1980)

### 2.5.2 Metodologia francesa (ZERMOS)

A metodologia de Zonas Expostas aos Riscos de Movimentação dos Solos (ZERMOS) foi desenvolvida ao longo da década de 1970 na França, com a finalidade de estudar as áreas com instabilidade de materiais (naturais ou antrópicos), ou seja, escorregamentos de encostas, subsidência, problemas de fundações, com exceção de avalanches de neve e atividades sísmicas, que são tratadas à parte (SOUZA, 1996).

Em novembro de 1972, o *Commision interministérielle “d’Études et de problèmes de la montagne et des risques naturels”* decidiu nomear um grupo de estudos para as Zonas Expostas aos Riscos de Movimentação dos Solos/subsolos. Esse grupo, presidido pelo engenheiro geral J. Goguel e composto por representantes dos ministérios envolvidos, desenvolveu um programa de ação. O grupo pretendia seguir um objetivo sobre os riscos ZERMOS e desenvolver, a partir desta informação, uma política de prevenção (CHAMPETIER DE RIBES, 1987).

O autor ainda relata que um período preparatório entre 1972 e 1974 foi marcado por testes metodológicos como os mapas de *La Grave, Ugine e Saint-Martin-de-Belleville*. Pela fase de mapeamento lançada e designada para o BRGM (*Bureau de Recherches Géologiques et Minières — Service Géologique National*), que garantiu a realização, com a ajuda do LPC (*Laboratoire Central des Ponts et Chaussées*) e da Universidade de Grenoble. Entre 1975 e 1980 foram publicadas trinta cartas dirigidas aos municípios e agências do condado, posteriormente sendo comercializadas.

Nóbrega *et al.* (1992), explicam, com base em Humbert (1977), Porcher e Guillope (1979) que as cartas ZERMOS são documentos de síntese que se apoiam sobre uma análise dos movimentos de solo atuantes e dos fatores que podem ter efeitos sobre a sua estabilidade (declividade, quadro geológico, condições de drenagem, etc.) e que definem zonas de instabilidades, graduadas de acordo com sua natureza e seu grau de risco.

A criação das cartas ZERMOS corresponde a duas fases principais: a primeira sendo da análise de uma série de informações selecionadas de acordo com as suas consequências sobre a estabilidade da terra e a segunda da extrapolação das informações anteriores, de ponto obrigatório e localizada em todo o território para obter uma cobertura contínua (HUMBERT, 1977).



Estas cartas devem traduzir a análise, em um dado momento, dos movimentos dos terrenos ou dos fatores de instabilidade revelados pelos dados obtidos na área estudada. A representação deve ultrapassar a simples investigação, ela deve fornecer um zoneamento que gradue o risco, excluindo as previsões do tempo. A hierarquia espacial, a graduação da natureza ou do nível de instabilidade é baseada, essencialmente, na avaliação de fatores temporais ou permanentes que afetem a estabilidade dos terrenos (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004).

Humbert (1977) explica a classificação e as cores da carta ZERMOS:

a) Zona de risco nulo ou baixo - Verde

Zona que não aparenta instabilidade no momento das observações.

b) Zona de risco potencial, incerto ou desconhecido - Laranja

Zona que há uma ameaça potencial de instabilidade.

c) Zona de risco declarado ou conhecido - Vermelho

Zona que existem instabilidades declaradas e onde as ameaças dos movimentos são reais ou certas.

Essas cores podem apresentar nuances complementar, geralmente empregadas em escalas média 1:25.000/1:20.000.

Nóbrega *et al.* (1992), adaptaram a metodologia ZERMOS para a realização da Carta de Zonas de Riscos à Erosão, no projeto “Mapeamento geológico-geotécnico de Umuarama, PR”. Com essa adaptação, foram realizados os outros quatro mapeamentos em um convênio, entre a UEM/DGE e a SUCEAM nos municípios de Cianorte, Nova Esperança, Paranavaí e Cidade Gaúcha.

### 2.5.3 Metodologia brasileira - Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP)

Lázaro V. Zuquette, em 1987, propôs uma metodologia de mapeamento geotécnico apresentada como tese de doutorado junto à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo com o título “Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras”. A metodologia permite definir, identificar e isolar os atributos que devem ser utilizados para caracterização das unidades homogêneas, tratamento dos dados através da hierarquia das informações e a elaboração dos documentos cartográficos, privilegiando meios alternativos para obtenção de dados do meio físico mais adequadas às condições socioeconômicas brasileiras, à extensão territorial, à baixa densidade de informações preexistentes, sem perder de vista a qualidade das informações (ANDRADE, 2005; ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004).

Zaine (2000) aponta que essa metodologia foi dividida em três fases:

a) Fase da esquematização do problema a ser investigado - definição de uma hipótese de trabalho para o mapeamento geotécnico, estabelecendo-se os

atributos do meio físico a ser analisado, em função da inter-relação com outros atributos e da finalidade de estudo;

- b) Fase indutiva e criativa - criam-se teorias por meio das hipóteses indutivas através de um raciocínio analógico, levando a um processo classificatório do meio; deve-se dividir a área em unidades, em função das propriedades e relações dos atributos previamente escolhidos, representadas por zonas homogêneas quanto às características dos componentes do meio físico analisado; é o princípio do zoneamento geotécnico, utilizado em vários países;
- c) Fase dos métodos experimentais - comprovação das hipóteses no mapeamento geotécnico, com as zonas previamente definidas, comprovadas por meio de ensaios, envolvendo métodos estatísticos.

As principais classes de documentos elaboradas nesta metodologia são os mapas básicos fundamentais, mapas básicos opcionais, mapas auxiliares e as cartas derivadas ou interpretativas (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004):

- a) Mapas básicos fundamentais - são utilizados para mapear qualquer região em qualquer escala, representando o meio físico (Ex. Mapa Topográfico, Geológico e de Águas).
- b) Mapas básicos opcionais - são mapas complementares aos mapas básicos fundamentais, que dependendo das características peculiares de cada região, podem se tornar fundamentais (Ex.: Mapa Pedológico, Geofísico, Climáticos, Ocupação Atual ou Prevista).
- c) Mapas auxiliares - são denominados mapas de documentação ou de dados, sendo estes de uso indispensável, por registrarem os dados qualitativos e quantitativos, como o tipo, a forma e o local de obtenção dos dados.
- d) Cartas derivadas ou interpretativas - contém informações geotécnicas obtidas de interpretações derivadas de outros mapas (auxiliares, básicos opcionais, topográficos e outros), representam informações das diversas condições do meio físico para uma ou mais finalidades. São apresentadas em forma de treze cartas temáticas: fundações, potencial para erosão, escavabilidade, ocupação agrícola, disposição de resíduos, estocagem subterrânea, movimentos de massa gravitacionais, escoamento superficial e de infiltração, irrigação, potencial para corrosividade, estradas, potencial mineral e de materiais para construção civil, vulnerabilidade das águas subterrâneas.

#### 2.5.4 Metodologia brasileira - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)

O IPT elaborou trabalhos baseados em problemas e situações específicos, relativos ao meio físico. Com o objetivo de oferecer respostas efetivas ao usuário, considerando prazos e custos (ZUQUETTE e GANDOLFI, 2004).

O conceito de cartografia geotécnica baseia-se em Prandini *et al.* (1995), utilizada pelo IPT desde da década de 1970. Os autores expõem que ela pode ser apresentada sob diferentes designações, conforme a finalidade e a própria natureza do terreno. Desta forma, definem quatro tipos principais de cartas geotécnicas e seus respectivos conceitos:

- a) Cartas geotécnicas (propriamente ditas) - expõem as limitações e potencialidades dos terrenos, estabelecendo as diretrizes de ocupação diante das formas de uso da terra.
- b) Cartas de riscos geológicos - preponderam a avaliação de dano potencial à ocupação, frente a uma ou mais formas de uso.
- c) Cartas de suscetibilidade - informam sobre a possibilidade de ocorrência de um ou mais fenômenos geológicos e de comportamentos indesejáveis do terreno.
- d) Cartas de atributos ou parâmetros - apresentam informações geográficas de interesse ao uso e ocupação da terra.

Zaine (2000) com base em Prandini *et al.* (1995), demonstra que a metodologia adotada pelo IPT segue os seguintes procedimentos:

- a) Formulação de uma hipótese/modelo inicial orientador - identificação objetiva dos recursos e problemas existentes ou esperados, pelo conhecimento da dinâmica da ocupação local. Envolve o conhecimento das solicitações e transformações inerentes às formas de uso do solo, e dos elementos fundamentais dos processos e comportamentos da geologia, geomorfologia e da geotecnia local. Este passo proporciona o esboço fisiográfico primário dos terrenos, do ponto de vista de seu uso e deve resultar em um primeiro ensaio de compartimentação ante os problemas e recursos esperados;
- b) Análise fenomenológica e de desempenho - análise e identificação das causas, mecanismos e evolução dos fenômenos ou situações geradoras dos problemas previamente detectados, estabelecendo as características fisiográficas de interesse para a ocupação;
- c) Mapeamento e compartimentação - composto basicamente por três passos:
  - Estabelecimento das principais evidências acessíveis à investigação das características de interesse, fixando critérios de correlação, extrapolação e interpolação das diversas áreas de conhecimento, resultando na configuração espacial da distribuição de tais características;
  - Orientação das informações e expressões geográficas das características de interesse, através de operações de coleta e análise das informações;

- reconhecimento e mapeamento por Sensoriamento Remoto levantamentos de campo, investigações laboratoriais e “*in situ*”;
- Compartimentação homogênea, segundo a maior probabilidade de ocorrência de problemas quanto à aptidão a determinada forma de uso e ocupação, bem como a minimização de possíveis efeitos;
- d) Representação - apresentação dos resultados de modo a facilitar o acesso ao público interessado.

## 2.6 Legislação - PNPDEC

Em 10 de Abril de 2012, foi instituída a Lei 12.608 da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC); o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC) e, também autorizou a criação de um sistema de informação e monitoramento de desastres (BRASIL, 2012a).

Esta Lei delegou competências à União de apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco, nos estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastres e em outras ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação (SOUZA e SOBREIRA, 2014).

O artigo 4º expressa as diretrizes da PNPDEC (BRASIL, 2012a) como:

- II. abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;
- III. a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres;
- IV. adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d’água;
- V. planejamento com base em pesquisas e estudos sobre áreas de risco e incidência de desastres no território nacional;
- VI. participação da sociedade civil.

Já o artigo 5º explicita:

- I. reduzir os riscos de desastres;
- II. prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres;
- III. recuperar as áreas afetadas por desastres;
- IV. incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;
- V. promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;
- VI. estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;
- VII. promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;
- VIII. monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;
- IX. produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;
- X. estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;
- XI. combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de

- risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;
- XII. estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;
- XIII. desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;
- XIV. orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção;
- XV. integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.

Dentre as competências para os municípios, a lei obriga que elaborem o mapeamento geotécnico e a fiscalização das áreas de risco, organizem e administrem abrigos provisórios para assistência à população, em condições adequadas de higiene e segurança. Além dessas providências, também, devem manter a população informada sobre as áreas de risco e ocorrência de eventos, mobilizar e capacitar as equipes de atendimento, promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos, bem como garantir moradia temporária às famílias que forem atingidas pelo desastre. Assim, os municípios deverão adequar seus Planos Diretores às disposições da Lei 12.608/2012 (FELTRIN e JUNIOR, 2012).

Outro ponto importante da PNPDEC está na alteração de outras leis como na Lei 12.340/2010, alterada em parte pela Lei 12.983/2014, (BRASIL, 2010) que cria o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil. Na Lei 6.766/1979 (BRASIL, 1979) que dispõe do Parcelamento do Solo Urbano e, principalmente, na Lei 10.257/2001 (BRASIL, 2001), o Estatuto da Cidade, no qual modifica o artigo 42-A, sendo o plano diretor dos municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, deverá conter os planejamentos de controle, mitigação, resposta aos desastres. O parágrafo 1º considera que a identificação e o mapeamento de áreas de risco considerarão as cartas geotécnicas (BRASIL, 2001).

Portanto, o mapeamento geotécnico, para os municípios, passou a ser lei em 2012.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos aplicados nesta pesquisa foram adaptados de Libault (1971) com base em Ross (2010), que define os quatro níveis da pesquisa geográfica; o compilatório, o correlativo, o semântico e o normativo:

- a) Nível Compilatório - toda pesquisa terá como princípio a coleta e compilação de dados. Tratando-se de informações de natureza numérica, ou não, o volume de dados coletados é sempre maior do que os dados que de fato serão utilizados. Na segunda etapa, a seleção das informações é a preocupação principal, e nesse momento o domínio do conhecimento teórico-conceitual é fundamental para não se desprezar dados que na realidade possam ter grande significado (LIBAULT, 1971);
- b) Nível Correlativo - a fase de correlacionar os dados para posteriormente estabelecer a interpretação. A fase de correlação das informações é um momento de aprimoramento da interpretação embora ao se fazer a compilação dos dados de certa maneira já esteja correlacionando-os, de forma não explícita (ROSS, 2010);
- b) Nível Semântico - esse nível é interpretativo, chegando-se a resultados conclusivos a partir dos dados selecionados e correlacionados nas etapas anteriores (LIBAULT, 1971);
- c) Nível Normativo - refere-se à fase em que o produto de pesquisa se transforma em modelo (ROSS, 2010)

Ross (2010) aponta que através desses níveis a pesquisa passa a ter claramente começo, meio e fim. O autor ressalta que, por ser de caráter geral, a proposta metodológica de Libault (1971) tem uma área de aplicação ampla e pode ser utilizada como “espinha dorsal”, tanto para estudos de cunho geográfico de natureza socioeconômica como para as disciplinas mais vinculadas às Ciências Naturais. Tanto num caso como no outro, porém, melhor se aplica quando as informações forem trabalhadas com valores numéricos, podendo assim sofrer tratamento estatístico. Em função disso, a aplicação dessa metodologia, em pesquisa das Ciências da Terra, mostra-se insuficiente, necessitando a utilização de outros procedimentos metodológicos mais específicos.

A metodologia empregada originalmente na elaboração da Carta de Zonas de Risco à Erosão foi baseada na metodologia ZERMOS e utilizou-se de levantamentos e reconhecimentos, através de fotointerpretação, escala de 1:25.000 e de trabalhos de campo, com levantamentos de dados da geologia, da pedologia e da geomorfologia, permitiram uma compreensão maior da dinâmica da paisagem na área, o que levou à adoção de uma metodologia cartográfica capaz de refletir essa dinâmica. Além disso, a cartografia ZERMOS resulta em cartas facilmente compreensíveis pela comunidade, o

que se constituía em um dos objetivos do projeto (NÓBREGA, *et al.*, 2003).

Nesta pesquisa foi adotado também metodologia específica na elaboração das cartas de declividade, hipsometria, uso da terra.

### 3.1 Os quatros níveis da pesquisa geográfica na área de estudo

A área de estudo foi delimitada nas latitudes 7419 kmN; 7408 kmN e longitudes 296 kmE; 306 kmE, no Sistema de Projeção UTM, na área urbana e periurbana de Cidade Gaúcha. Essas coordenadas foram escolhidas para manter em sua totalidade, na área de estudo, as bacias hidrográficas dos córregos Ipiranga e Palmital.

No primeiro nível foram realizadas pesquisas bibliográficas, do tema abordado e de produtos cartográficos (carta topográfica, cartas temáticas e imagens de satélite). As informações obtidas foram:

- a) Bibliografia - para as várias etapas desta pesquisa, houve a procura por referências dividindo-se em bibliografia teórica, necessária para apoiar a fundamentação teórica; os procedimentos metodológicos e bibliografia específica sobre área de estudo;
- b) Carta topográfica base - a base cartográfica foi a partir da carta topográfica de Rondon do Departamento de Serviço Geográfico (DSG., 1989) do Ministério do Exército, Folha SF-22-Y-X-III, escala 1:50.000. Das informações contidas na carta topográfica base foram digitalizadas as curvas de nível, os pontos cotados e a rede de drenagem. Esses dados foram utilizados nas cartas temáticas;
- c) Dados do Substrato Rochoso - as informações do substrato rochoso da área pesquisada foram extraídas do mapa geológico do estado do Paraná produzido pela MINEROPAR (2005) e checados em campo;
- d) Informações de solos - os dados referentes aos solos da área de estudo foram obtidas através Gasparetto *et al.* (1994), Silveira (1997), Cunha (2002), Nóbrega *et al.*(2003), Bhering *et al.*(2007), Panini (2012) e checagem em campo;
- e) Dados Climatológicos - foram obtidas através de informações do Instituto das Águas do Paraná (2015). A compilação desses dados foi analisada as precipitações pluviométricas anuais, mensais e diárias entre 1º de janeiro de 1976 até 31 de dezembro de 2014;
- f) Carta de Zonas de Risco à Erosão de Cidade Gaúcha - essa carta foi utilizada na integra de quando foi elaborado o Convênio UEM/DGE/SUCEAM de 1994-1995;
- g) Dados sobre a produção agropecuária - foram obtidas as informações do

IBGE(2015) nas pesquisas da produção agrícola e pecuária municipal entre os anos de 1990 e 2013.

Saídas de Campo - realizadas meses de maio, junho de 2014 e janeiro de 2015. Para isso se utilizou do *iPhone*® com os aplicativos *Câmera*, *GPS Kit*, *Altimeter*, *Google Maps*, *Mapas*, *Bússola e Fotos*; de um binóculo 4x30mm; escalímetro; caderneta; canetas, máquina fotográfica, *Nikon*® S4300; faca; lupa; trena a laser *BOSCH*®; cartas impressas e fichas de anotações. Essas saídas de campo foram em locais críticos com feições erosivas analisadas previamente no escritório.

No segundo nível foram realizadas as etapas de escritório (documentos cartográficos) e também foram correlacionados preliminarmente as informações analíticas do meio físico e campo.

Carta clinográfica - A carta clinográfica ou de declividade tem sido utilizada em trabalhos ligados às Ciências da Terra, Planejamento Regional, Urbano e Agrário, acompanhado de outras representações gráficas, permite a correlação para uma melhor compreensão e o equacionamento dos problemas que ocorrem no espaço analisado (DE BIASI, 1992).

Foi adotada a metodologia de De Biasi (1992), onde na qual se estabeleceram seis classes de declividade de acordo com os critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1988), como mostra a tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Classes de declividade e a distância no ábaco

<b>Tipo de Relevo</b>	<b>Classe de Declividade (%)</b>	<b>Distância no ábaco (cm)</b>
Plano	0 – 3	> 1,34
Suave Ondulado	3 – 8	1,34 - 0,5
Ondulado	8 – 20	0,5 - 0,2
Forte Ondulado	20 – 45	0,2 - 0,08
Montanhoso	45 – 75	0,08 - 0,05
Escarpado	>75	< 0,05

Adaptação - Felipe R. Macedo

Na elaboração digital da carta clinográfica foram utilizados o *iPad* com os aplicativos *iZip Pro* e *iDraw*, uma caneta *stylus*, da Dagi®, P508 e uma luva. O ábaco ou diapasão foi criado para identificar as declividades segundo a metodologia De Biasi (1992) e também de Simon e Cunha (2009), que elaboram o ábaco digital. A elaboração no *iPad* ocorreu conforme os procedimentos estabelecidos por Macedo e Souza (2014).

Carta Hipsométrica - A carta hipsométrica ou altimétrica representa as altitudes de uma determinada região, em muitos casos, essas altitudes são representadas por cores variando desde verde-escuro, para as áreas mais baixas, verde-claro, preparando a transição para altitudes médias, que recebem e as cores amarelas, até os tons de marrom. À medida



que as altitudes vão aumentando as cores tornam-se mais escuras (LIBAULT, 1975).

Na presente pesquisa, esta carta foi elaborada a partir da carta topográfica base, levando-se em consideração as classes altimétricas na área de estudo entre aproximadamente 280 e 440 metros. Aproveitando as curvas de nível digitalizadas, para a carta clinográfica, foi realizado apenas o fechamento dos vetores das curvas, para que essas pudessem ser preenchidas de acordo com as cores determinadas, com as seguintes classes:

- a) > que 440 metros;
- b) 440 - 400 metros;
- c) 400 - 360 metros;
- d) 360 - 320 metros;
- e) 320 - 280 metros;
- f) < que 280 metros.

Carta de Solos - As cartas de solos podem ser definidas como a aplicação sucinta das informações pertinentes à formação e distribuição geográfica dos diferentes solos existentes em uma determinada localidade (LEPSCH, 2002).

Com base no mapa de solos do Paraná (BHERING, *et al.*, 2007), foi verificado se os tipos de solos básicos (Latosolos e Argissolos) coincidiam com aqueles apresentados por (GASPARETTO, *et al.*, 1994), e os outros tipos de solos da área foram verificados nos trabalhos de Silveira (1997), Karling (2000), Cunha (2002) e Panini (2012). A atualização da nomenclatura dos solos para a classificação atual foi baseada em Nóbrega *et al.*(2003) e em Santos *et al.*(2013).

O processo de finalização utilizou a carta, já vetorial, no *iPad*, no qual cada solo foi contornado sobre a delimitação existente e preenchido com a cor correspondente. A finalização se deu no *software Adobe Illustrator*.

Carta de Uso da Terra - O levantamento sobre a cobertura e o uso da Terra comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão, por parte do poder público. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meio de cartas (IBGE, 2013).

A elaboração desta carta ocorreu da interpretação das imagens de satélite e das informações obtidas em campo, segundo a metodologia do IBGE (2013). Iniciou-se o processo pelo *desktop*, com *software Quantum GIS* com o complemento *Open Layers Plugin*. Utilizando os sistemas de imagens de satélites gratuitas *Google Maps*, e *Bing Maps*©, da *Microsoft*®. As imagens do *Bing Maps* estavam mais visíveis e as do

*Google* mais recentes. Ambos os sistemas utilizavam imagens do satélite *Quickbird*® da *DigitalGlobe*®, datadas de 2012 e 2014 (*Google*). Após a escolha do sistema de imagens, foi determinado o Datum SAD 69, UTM zona 22, assim como na carta topográfica base e, à escala de 1:5.000, para uma visualização melhor dos detalhes, por fim foram extraídas 45 imagens para cobrir toda a área de estudo.

A segunda etapa, consistiu na criação de um mosaico com essas 45 imagens, para isso se utilizou o *software Adobe Photoshop*, com o complemento *Geographic Imager*. Esse complemento adiciona a possibilidade de união e corte de imagens georreferenciadas ao *Adobe Photoshop*. A imagem mosaico finalizada foi exportada em extensão *.tiff*.

A terceira etapa consistiu na elaboração da carta de uso da terra e foi executada por meio do *iPad* no aplicativo *iDraw*. A imagem mosaico inserida no aplicativo necessitou ter a escala corrigida. O tamanho lateral de 131,339 cm entre as longitudes 296 kmE e 306 kmE; corresponde a 20 cm na escala de 1:50.000 da carta topográfica. Assim, mantendo a proporção, a imagem foi diminuída para 20 cm de largura e automaticamente para 22cm de altura, a distância exata entre as latitudes 7419 kmN e 7408 kmN na escala de 1:50.000. A obliquidade do sistema UTM também foi corrigida e na área de estudo é de 0,8° sentido horário. Todo esse processo foi necessário para que a imagem de satélite tivesse alta densidade de *pixels*, sem comprometer a escala da pesquisa. Realizou-se o contorno dos usos utilizando a ferramenta *pencil e zoom*, delimitando os usos de acordo com a metodologia do IBGE (2013).

A última parte da elaboração foi realizada no campo de junho de 2014 para atualização e as possíveis correções de erros realizados durante a delimitação dos usos no *iPad*. Após o campo, foram realizadas as correções necessárias e finalizada a carta de Uso da Terra no *software Adobe Illustrator*.

A legenda da carta contém, segundo o IBGE (2013):

- a) Áreas urbanizadas - compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. Como situação urbana foram consideradas as áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) e às áreas urbanas isoladas.
- b) Lavoura Temporária - é o cultivo de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixam o terreno disponível para novo plantio. Dentre as culturas destacam-se as de grãos e cereais, as de bulbos, raízes, tubérculos e hortaliças. Incluem ainda as plantas hortícolas, floríferas, medicinais, aromáticas e condimentares de pequeno porte, que muitas vezes são cultivadas em estruturas como estufas, ripados e telados. As lavouras semipermanentes como cana-de-açúcar e mandioca, bem como as culturas de algumas forrageiras destinadas ao corte

também estão incluídas nessa categoria.

- c) Lavoura Permanente - compreende o cultivo de plantas perenes, isto é, de ciclo vegetativo de longa duração. Essas plantas produzem por vários anos sucessivos sem a necessidade de novos plantios após colheita. Nesta categoria estão espécies frutíferas, como laranjeiras, cajueiros, coqueiros, macieiras e bananeiras; espécies produtoras de fibras, como coco-da-baía, espécies oleaginosas; cultivos diversificados, e as espécies como cafeeiros, seringueiras e cacauzeiros, em sistemas que combinam ou não culturas agrícolas com florestas.
- d) Pastagem - é a área destinada ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. Nestas áreas, o solo está coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas.
- e) Silvicultura - atividade ligada a ações de composição, trato e cultivo de povoamentos florestais, como fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, de papel e celulose ou para o consumo familiar. A silvicultura também desempenha papel de agente protetor, benfeitor e embelezador da paisagem.
- f) Floresta - considera-se como florestais as formações arbóreas com porte superior a 5 m, incluindo-se aí as fisionomias da Floresta Densa, da Floresta Aberta, da Floresta Estacional, da Floresta Ombrófila e das áreas de mangues. Este título inclui áreas remanescentes primárias e estágios evoluídos de recomposição florestal (capoeirões/capoeiras).
- g) Corpo d'água - Os corpos d'água continentais referem-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como: rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, etc.
- h) Área descoberta - referem-se às áreas de praias, dunas e extensões de areia ou seixos no litoral ou no continente, incluindo leitos de canais de fluxo com regime torrencial; dunas com vegetação esparsa ou sem vegetação, desenvolvidas no interior do continente ou nas zonas de praias; áreas de extração abandonadas e sem cobertura vegetal; áreas cobertas por rocha nua exposta.

Perfis topográficos - a escolha dos locais para a criação dos perfis topográficos foi em função de uma melhor caracterização do relevo na área urbana. O perfil A-B, no sentido noroeste/sudeste, abrangeu as bacias dos córregos Ipiranga e Palmital. Já o perfil C-D, no sentido nordeste/sudoeste, abrangeu o perfil central da área urbana, representado pela Avenida Comendador Gentil Geraldi e Avenida Antonio Tormena. Os perfis foram

realizados com base na carta topográfica, com escala horizontal de 1:50.000 e exagero vertical de cinco vezes. Foram incluídos nos perfis dados das classes de uso da terra, dos tipos de solos e das zonas de risco à erosão com base nas cartas correspondentes.

No terceiro nível foram interpretadas as informações obtidas em campo e no escritório, procurando atingir os objetivos propostos. E, no último nível foi apresentado com algumas bibliografias básicas de diretrizes para a ocupação.

### 3.2 Plataformas tecnológicas para o desenvolvimento da pesquisa

Nesta pesquisa foram utilizadas três plataformas diferentes para a elaboração e adaptação das cartas temáticas; digitação e formatação dos textos e para os trabalhos de campo. Dessas plataformas duas delas eram móveis (*smartphone* e *tablet*) com o sistema operacional *iOS*® da *Apple*® e a outra convencional (*desktop*) com o sistema operacional *OS X Yosemite*® da *Apple*®.

Para formatação do texto final utilizou-se as seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de acordo com o quadro 3.1:

Quadro 3.1 – Normas da ABNT utilizadas na pesquisa

Tipo	Número
Referências: apresentação	NBR 6023-2002
Numeração progressiva das seções de um documento escrito	NBR 6024-2012
Sumário: apresentação	NBR 6027-2012
Resumo: apresentação	NBR 6028-2003
Citações em documentos: apresentação	NBR 10520-2002
Título de lombada	NBR 12225-2004
Trabalhos acadêmicos: apresentação	NBR 14724-2011

Elaboração – Felipe R. Macedo

## 4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Cidade Gaúcha está localizado nas coordenadas geográficas 23° 22' 49" de latitude S e 52° 56' 11" de longitude W, ou seja, na região noroeste do estado do Paraná, região sul do Brasil. A área urbana está situada no topo do divisor de águas entre os córregos Ipiranga e Palmital, afluentes do rio Itaoca ou Pacu, que segue seu curso em direção ao rio Ivaí, ao norte do município. Limita-se com os municípios de Amaporã, Guaporema, Nova Olímpia, Planaltina do Paraná, Rondon, Tapejara e Tapira (Figura 4.1).

A população do município em 2010 era de 11 062 habitantes em uma área de 403 Km<sup>2</sup> (IPARDES, 2015).

### 4.1 Características do meio físico e natural

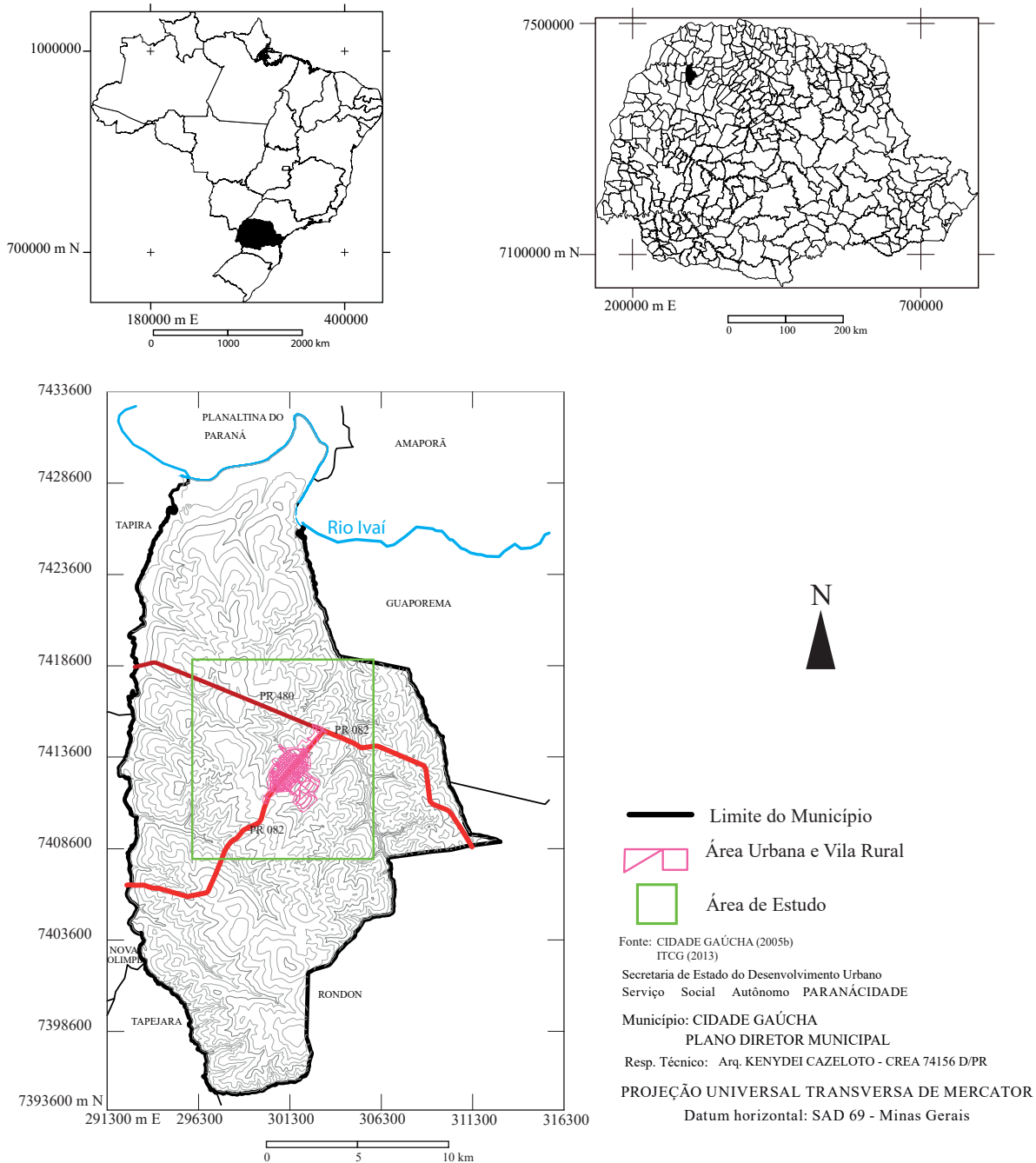
No município de Cidade Gaúcha, a litologia predominante é a Formação Caiuá do Grupo Bauru. Esta Formação se assenta de forma discordante sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985; SOARES, *et al.*, 1980). Segundo Fernandes (1992) “a Formação Caiuá é composta por arenitos finos a médios, com frações muito fina e grossa subordinadas, bem selecionados por lâminas, com pouca matriz argilosa e cor marrom-arroxeadado a avermelhado”.

A Formação Caiuá dá origem a solos, em geral, de textura média-arenosa. Os solos do município de Cidade Gaúcha, segundo Gasparetto *et al.*(1994) e Nóbrega *et al.*(2003) foram mapeados como Latossolo Vermelho, textura média-arenosa, particularmente nos espigões e interflúvios dos córregos Palmital, Ipiranga e Talagoan e no rio Itaoca, em altitudes de 380 a 420 metros, em posições de topo e alta vertente; Argissolo Vermelho textura média-argilosa normalmente ocorre em relevo de vertentes convexas de declividades ligeiramente acentuadas, principalmente em posições de média-baixa vertente nos interflúvios e nos vales dos córregos Palmital, Ipiranga e Talagoan e no rio Itaoca.

A transição entre os Latossolos e os Argissolos nos setores de média vertente foi mapeada, segundo Nóbrega *et al.* (2003) como Associação Argissolo Vermelho/Latossolo Vermelho. Os outros solos encontrados, na área de estudo, em alguns setores de baixa vertente foram denominados como Solos Rasos, representados por Neossolos Litólicos e os Cambissolos. Junto às margens dos ribeirões e córregos podem ocorrer, também, manchas esparsas de Gleissolos.

Os Solos Coluviais, que representam os materiais inconsolidados gerados e depositados depois do desmatamento da região Noroeste, iniciado na década de 1940, normalmente são encontrados em vales em berço e cabeceiras de drenagem. Os Neossolos Quartzârenicos não foram mapeados em razão da restrição imposta pela escala, mas esses

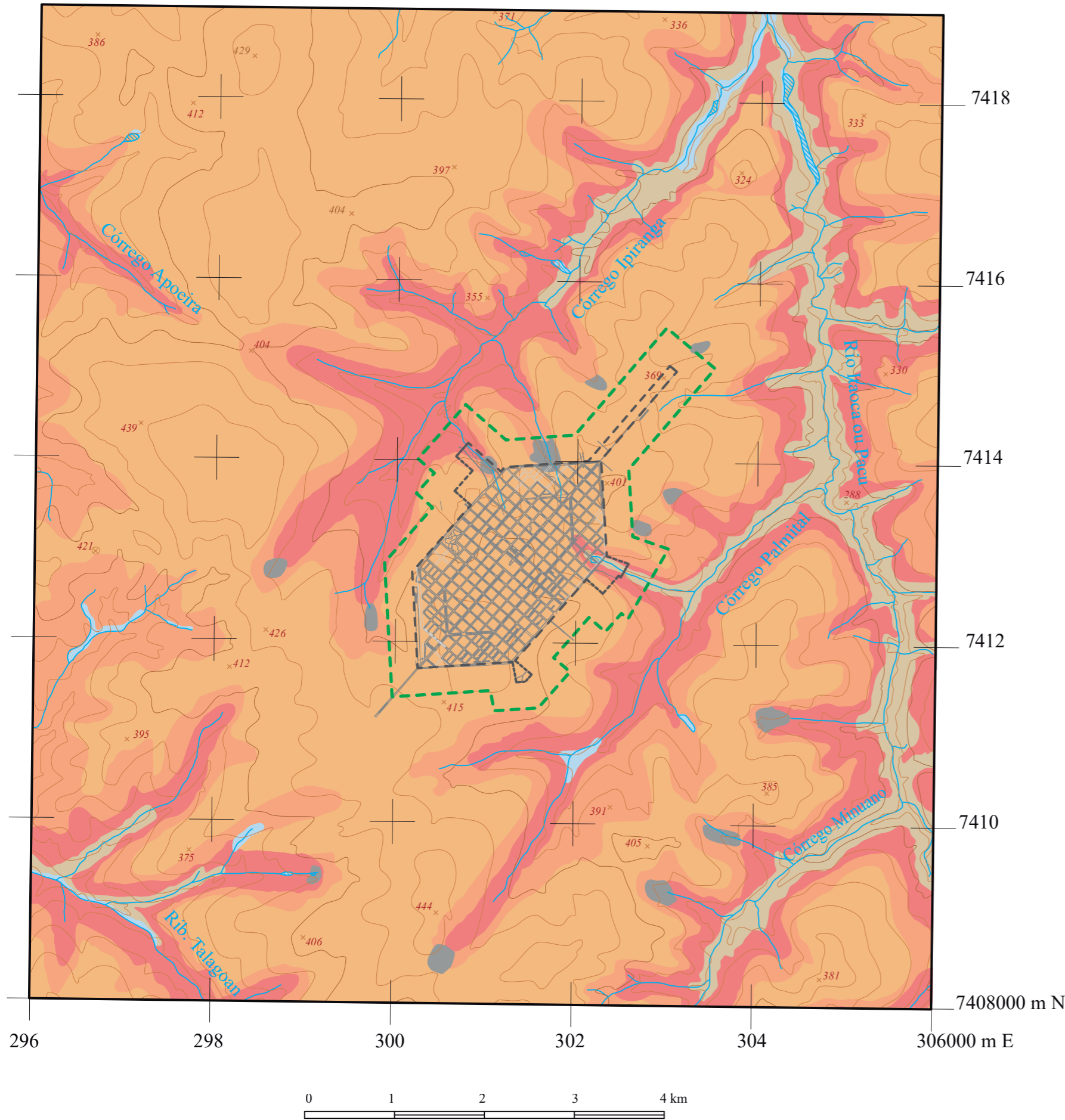
Figura 4.1 - Localização da área de estudo



Adaptação – Felipe R. Macedo

solos aparecem, quase sempre, em posição de baixa vertente associados aos Gleissolos, principalmente junto aos córregos Palmital, Ipiranga e Talagoan e no rio Itaoca (GASPARETTO, *et al.*, 1994).

A carta de solos elaborada para a área estudada (Figura 4.2), foi adaptada principalmente de Gasparetto *et al.* (1994). O Latossolo Vermelho é predominante na área, particularmente nos espigões, a Associação Argissolo Vermelho/Latossolo Vermelho ocupa as médias vertentes e o Argissolo Vermelho, predomina nos setores de média-baixa vertente.

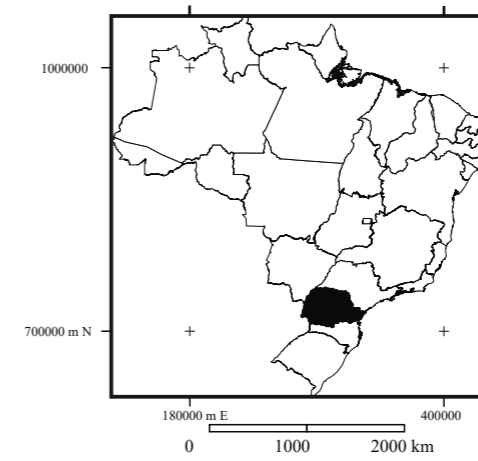


Características dos Materiais

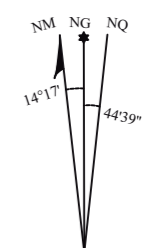
Solos	Espessura do Solo (m)	Granulometria - % Faixas de teores predominantes por fração ( ) faixas secundárias	Classe Textural
Latossolo Vermelho (LV)	6,00 a 9,00	A: 12-20 (27-30) S: 02-08 AF: 45-60 AG: 05-30 (30-40)	Média-arenosa (Média-argilosa)
Associação PV/LV	3,00 a 6,00	A: 15-20 (27-30) S: 02-05 AF: 45-50 (60-75) AG: 30-40 (05-15)	Média-arenosa (Média-argilosa)
Argissolo Vermelho (PV)	1,50 a 6,00	A: 20-25 (15-20) S: 02-05 AF: 45-65 AG: 05-25 (30-40)	Média-argilosa (Média-arenosa)
Solos Rasos	0,50 a 1,50	A: <10	Muito arenosa (Arenosa-média)
Gleissolos	Variável	A: 10-15 S: 02-05 AF: 60-70 AG: 10-20	Arenosa-média (Muito arenosa)
Solos Coluviais	1,50 a 2,00	-	Variável

\*A = Argila; S = Silte; AF = Areia Fina; AG = Areia Grossa

Localização



Declinação Magnética em 1989 e Convergência Meridiana do Centro da Folha



CRESCER 8,6' AO ANO  
Usar exclusivamente dados métricos  
**RONDON (PR)**

- Hidrografia**
  - Drenagem Permanente
  - Drenagem Intermitente
  - Lagoas
- Elementos Altimétricos**
  - Curva de Nível
  - Ponto Cotado
- Urbanização**
  - Área de Expansão Urbana
  - Área Urbana Atual
  - Ruas Existentes
  - Ruas Projetadas

Equipe Técnica

Coordenação: Gasparetto, N. V.; Nakashima, P.; Nóbrega, M. T.  
Pesquisadores: Cunha, J. E.; Queiroz, D.R.E.; Saguti, L.Y.; Mendes, C. M.; Nakashima, M.S.R.  
Estagiários: Tichter, L.M.; Dias, E.S.; Martins, V.M.; Silveira, H.; Barczyszczyn, O.

CONVÊNIO UEM/DGE - SUCEAM - 1994 - 1995

Base: Região Sul do Brasil - 1:50.000 - RONDON  
Folha SF-22-Y-X-III-3  
Diretoria de Serviço Geográfico - Ministério do Exército  
Departamento de Engenharia e Comunicações (DSG, 1989)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Datum horizontal: SAD 69 - Minas Gerais

NÓBREGA *et al.* (2003)  
SANTOS *et al.* (2013)  
CIDADE GAÚCHA (2005c)

Org: Daniele Mary Feltrim Roseghini Alexandre

Segundo a classificação de Maack (2012) o município de Cidade Gaúcha está situado em sua totalidade no Terceiro Planalto Paranaense, no Planalto de Campo Mourão. A bacia sedimentar do Paraná, conforme Ross (2006), engloba terrenos sedimentares e vulcânicos da bacia sedimentar do Paraná com idades entre o Devoniano e o Cretáceo. O contato dessa unidade com as depressões circundantes é feito através de escarpas de frentes de *cuesta* única, ou desdobradas em duas ou mais frentes.

Cunha (2002), com base em Fernandes (1992) e Muratori (1996), apontam que apesar do município de Cidade Gaúcha estar instalado no prolongamento do eixo do arco de Ponta Grossa, o mesmo não apresenta elementos tectônicos ou estruturais marcantes que reflitam atualmente na modelagem do relevo, como Coelho e Macedo (2013) confirmaram ao analisar a carta topográfica de Rondon, que abrange o município de Cidade Gaúcha.

Ainda conforme Cunha (2002), os vales apresentam formas em U aberto próximo às cabeceiras de nascentes e em V em direção ao baixo curso da drenagem, indicando encaixamento e baixa evolução. Nas proximidades das cabeceiras de nascente, ocorrem amplos anfiteatros de formas semicirculares, alguns preenchidos por materiais coluviais, com mais de cinco metros de espessura.

Nakashima (1999) identificou na carta morfopedológica de Cidade Gaúcha, dois compartimentos geomorfológicos: no setor norte do município um compartimento de menor dissecação, e o outro a leste e sudoeste de maior dissecação.

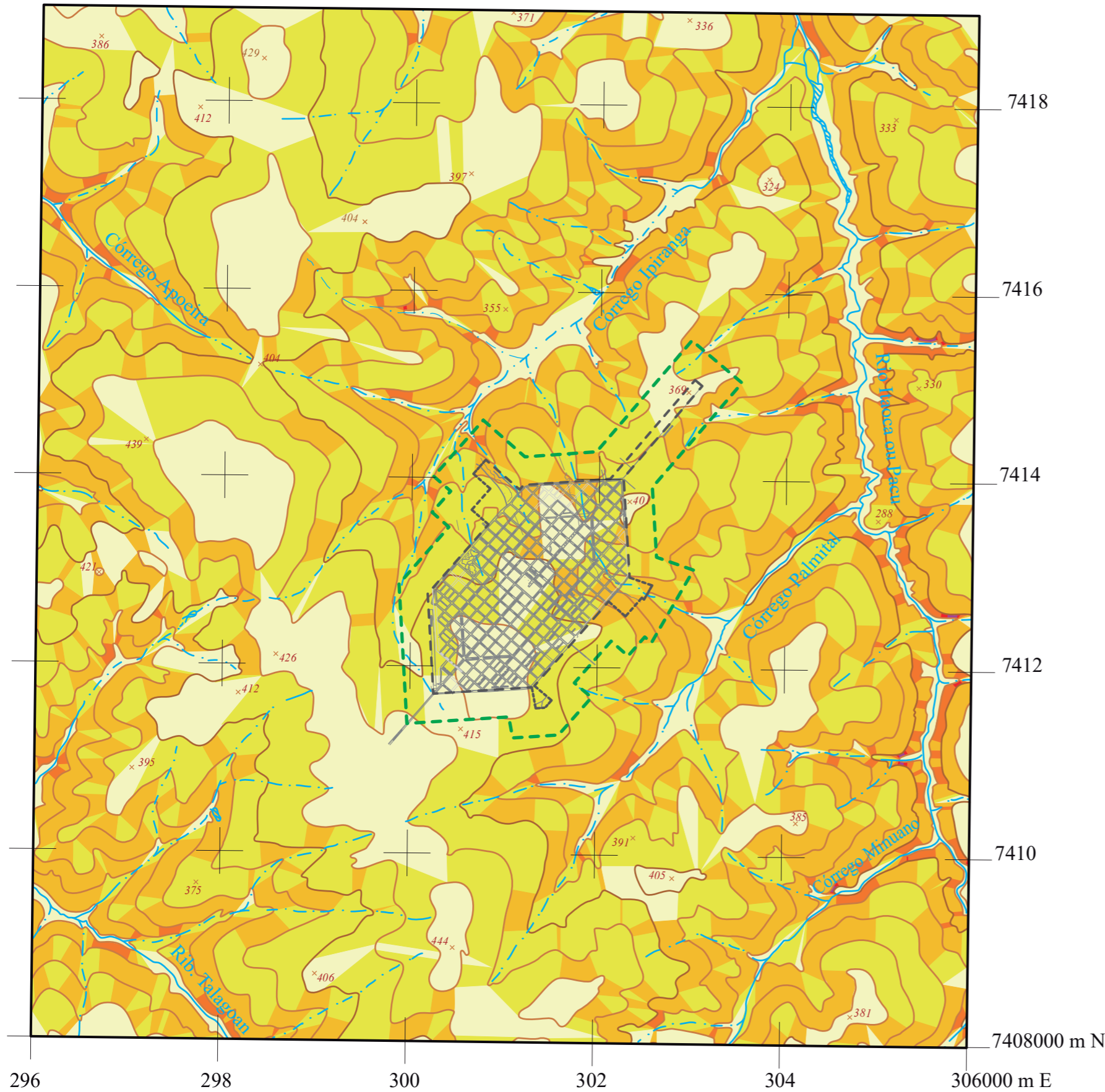
A Figura 4.3 mostra a carta clinográfica, onde as classes de declividades (20 a 45%) e (45 a 75%) são predominantes a leste da carta, junto ao rio Itaoca, em alguns trechos a declividade chega a atingir mais de 75%, ou seja, são áreas de relevo escarpado, mas são trechos muito pequenos, na carta entre um e três milímetros, no real são áreas equivalentes de 50 a 150 metros de extensão. Esses trechos se localizam entre as coordenadas 7416 km N, 306 km E e 7408 km N, 304 km E.

O tipo de relevo predominante é o suave ondulado (3 a 8%), localizado no topo e principalmente na alta vertente, chegando em alguns locais à média vertente. Esse tipo de relevo abrange quase a totalidade da área analisada, em especial as áreas rurais, com a predominância do Latossolo Vermelho, podendo atingir, nas áreas de média vertente, a Associação Argissolo/Latossolo. Na área urbana predomina o relevo plano (0 a 3%) e os Latossolos Vermelhos.

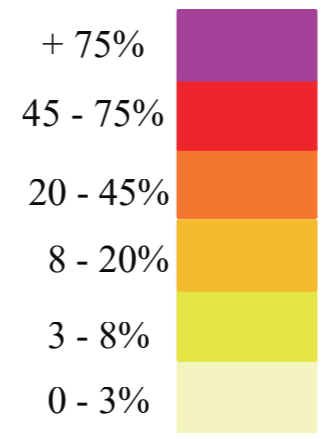
A carta hipsométrica (Figura 4.4) mostra seis classes, em que as altitudes variam de < 280 metros nos cursos d'água até > 440 metros nos topos. A hipsometria predominante é entre 360 a 400 metros, seguida pelas altitudes de 320 a 360 metros.



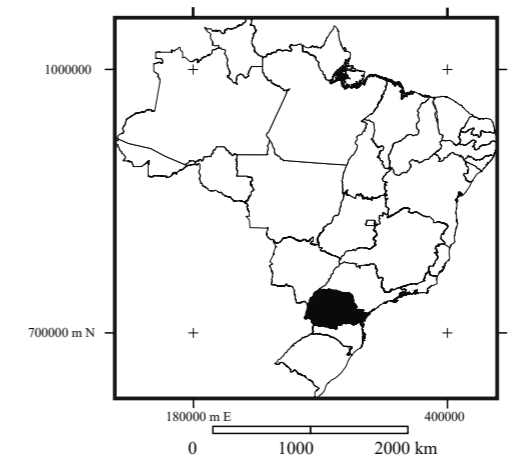
Figura 4.3 - Carta Clinográfica de Cidade Gaúcha



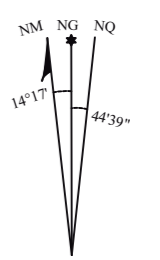
Classes de Declividade



Localização

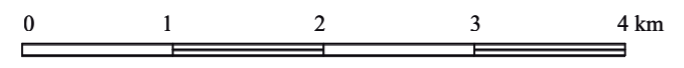


Declinação Magnética em 1989 e Convergência Meridiana do Centro da Folha



CRESCE 8,6'AO ANO  
Usar exclusivamente dados métricos  
**RONDON (PR)**

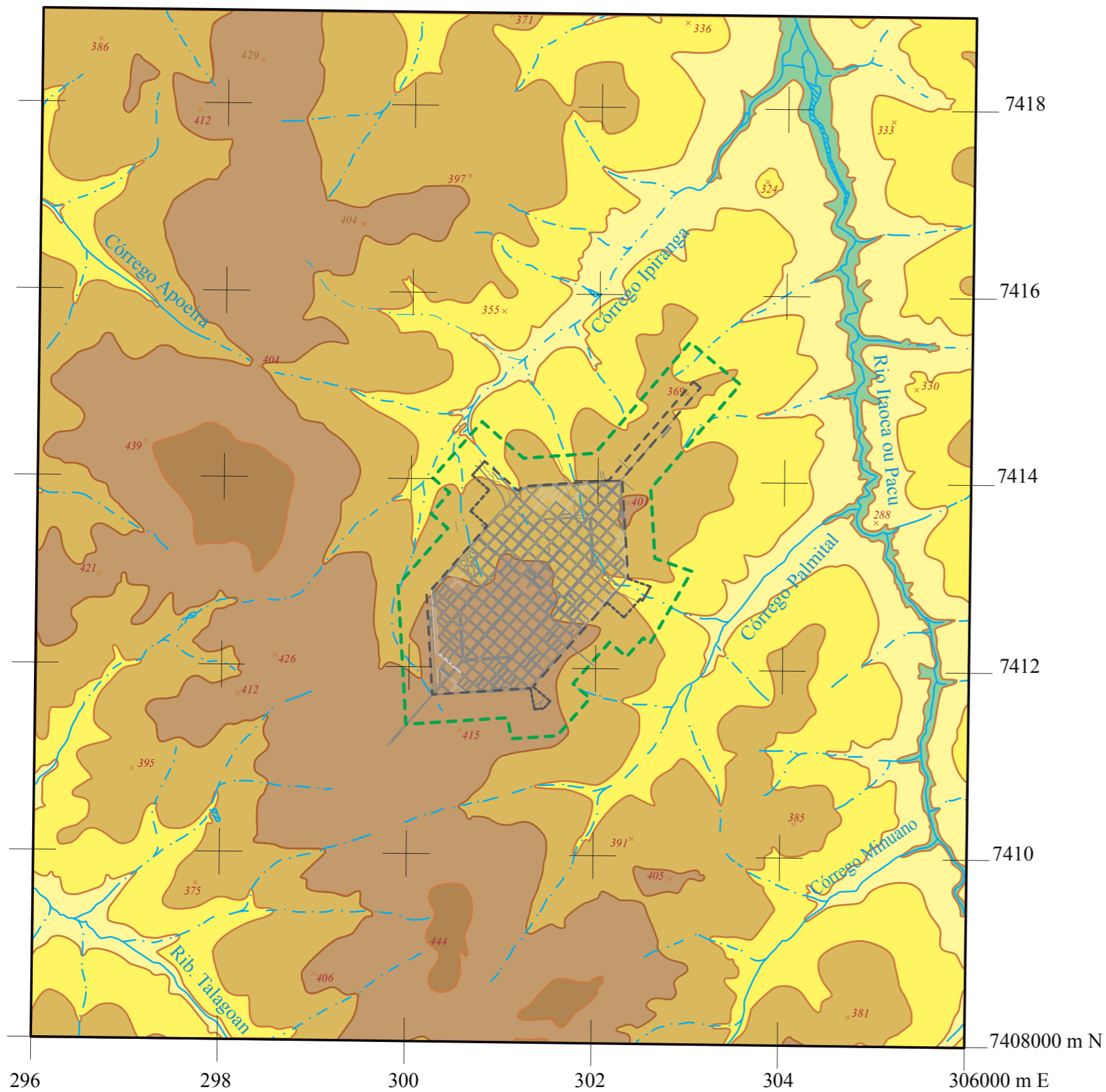
- |                       |                        |                         |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Hidrografia           | Elementos Altimétricos | Área de Expansão Urbana |
| Drenagem Permanente   | Curva de Nível         | Área Urbana Atual       |
| Drenagem Intermitente | Ponto Cotado           | Ruas Existentes         |
| Lagoas                |                        | Ruas Projetadas         |



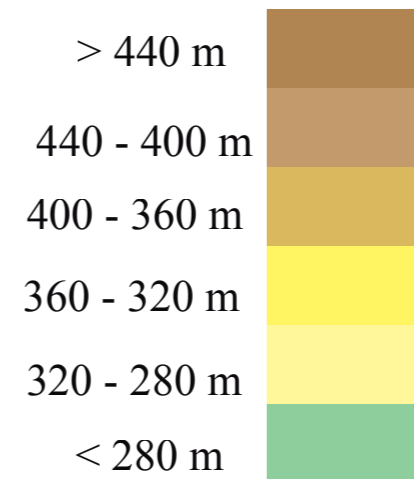
Elaboração – Felipe R. Macedo

Base: Região Sul do Brasil - 1:50.000 - RONDON  
Folha SF-22-Y-X-III-3  
Diretoria de Serviço Geográfico - Ministério do Exército  
Departamento de Engenharia e Comunicações (DSG, 1989)  
CIDADE GAÚCHA (2005c)  
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Datum horizontal: SAD 69 - Minas Gerais

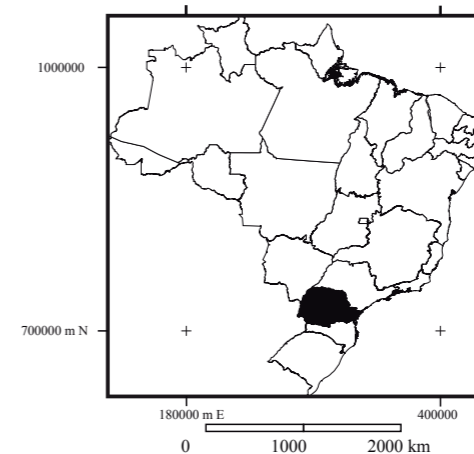
Figura 4.4 - Carta hipsométrica de Cidade Gaúcha



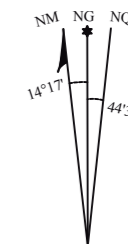
Classes Hipsométricas



Localização



Declinação Magnética em 1989 e Convergência Meridiana do Centro da Folha



CRESCE 8,6'AO ANO  
Usar exclusivamente dados métricos  
**RONDON (PR)**

- |                       |                        |                         |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Hidrografia           | Elementos Altimétricos | Área de Expansão Urbana |
| Drenagem Permanente   | Curva de Nivel         | Área Urbana Atual       |
| Drenagem Intermitente | Ponto Cotado           | Ruas Existentes         |
| Lagoas                |                        | Ruas Projetadas         |

Base: Região Sul do Brasil - 1:50.000 - RONDON  
Folha SF-22-Y-X-III-3  
Diretoria de Serviço Geográfico - Ministério do Exército  
Departamento de Engenharia e Comunicações (DSG, 1989)

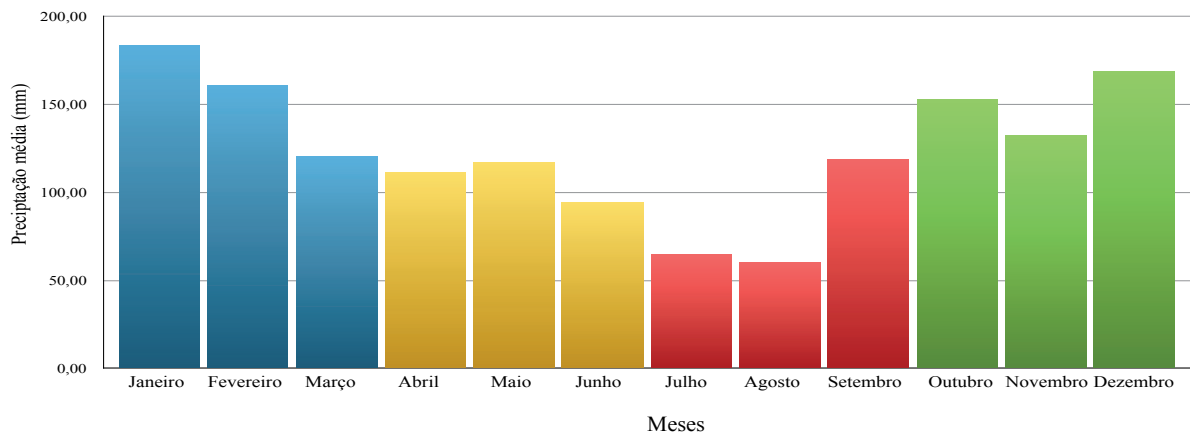
CIDADE GAÚCHA (2005)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Datum horizontal: SAD 69 - Minas Gerais

O clima que predomina na região, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cfa subtropical úmido mesotérmico, caracterizado por apresentar verões quentes e geadas poucos frequentes com tendência a concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média das temperaturas nos meses quentes é acima de 22 °C, e a média das mínimas 18 °C. A pluviosidade média no município é de 1480 mm e os meses mais chuvosos vão de outubro a fevereiro, com médias mensais de 160 mm. Os meses de julho e agosto possuem a menor precipitação, com médias de 62 mm (AGUASPARANÁ, 2015; BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985; SILVEIRA, 1997).

Os gráficos 4.1 e 4.2 mostram os dados separados em médias mensais e total anual, da área estudada, respectivamente.

Gráfico 4.1 - Precipitação média mensal em Cidade Gaúcha, PR

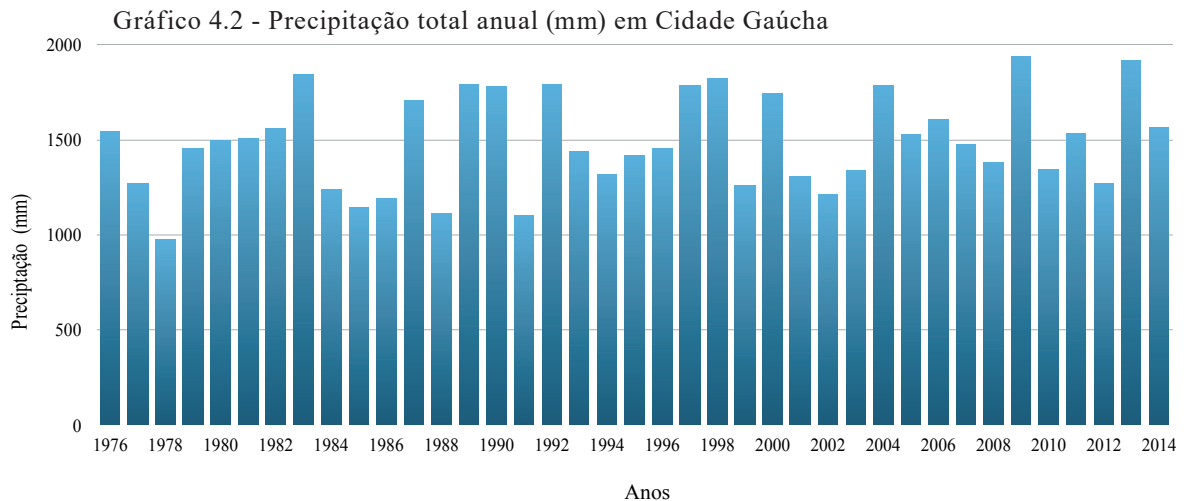


Elaboração - Felipe R. Macedo  
Fonte - AGUASPARANÁ (2015)

Os dados mostram que o período do verão (azul) é a época mais chuvosa no período estudado com média de 154 mm seguido pela primavera (verde) com 153 mm de média; outono (amarelo) com 107 mm de média e o período menos chuvoso é o inverno (vermelho) com apenas 81 mm de média. Essa média do inverno ainda foi influenciada pelos dados de setembro com 118 mm de média total, contra 64 mm de média e 61 mm de média dos meses de julho e agosto, respectivamente.

O ano de 2008, para o mês de agosto foi atípico, tendo um total de chuvas de 271,3 mm. No dia 14 desse mês choveu 68 mm e no dia seguinte, mais 66 mm. Chuvas concentradas como essas podem acelerar a ocorrência de erosões.

Os dados também mostram que não existe uma estação seca na área de estudo, apenas uma estação menos chuvosa. A média de dias com precipitação, por ano, é de 103 dias, sendo o ano de 2006 com 76 dias e o ano de 1983 tendo o maior número de dias com chuva. Porém, o ano de 1983 não foi o mais chuvoso, como apresentado pelo gráfico 4.2. Os anos mais chuvosos foram 2009 com 1937 mm e 2013 com 1917 mm, já 1983 teve 1846 mm e 2006 com 1607 mm. A média anual é de 1485 mm.



Elaboração - Felipe R. Macedo  
 Fonte - AGUASPARANÁ (2015)

Neste contexto, Prado e Nóbrega (2005) estudaram a bacia do córrego Ipiranga, utilizando o modelo matemático proposto por Wischmeier e Smith (1978) para o cálculo da EUPS. Eles apontaram que a erosividade da chuva foi calculada através de médias pluviométricas mensais, sazonais e anuais correspondentes, a uma série de dados de 27 anos. Os resultados apontaram que as perdas de solos predominaram na primavera, e não no verão (estação mais chuvosa), porém os cultivos ocorreram no verão, assim o solo possui um tipo de proteção que ajuda contra a erosão. Já na primavera ainda pode estar ocorrendo o plantio, ou seja, o solo ainda está descoberto ou parcialmente coberto. A intensidade das chuvas contribui para que nesse período sejam verificadas as maiores perdas de solo.

A vegetação da área de estudo e de boa parte da região noroeste do Paraná, de acordo com Bigarella e Mazuchowski (1985), era 100% recoberta pela Floresta Tropical Semidecidual da bacia do Paraná que Ross (2006) classifica como “Sistemas ambientais naturais fortemente transformados”. Essa floresta foi fortemente degradada no período de colonização, na criação das cidades e fazendas. Atualmente existem pequenos bosques de fragmentos florestais, quase sempre fortemente degradados.

Essa floresta se caracterizava por um aspecto fitofisionômico exuberante. O clima foi o maior responsável pela seleção das espécies e com o período hibernar de um a dois meses, com uma menor precipitação, inibiu a ocorrência de espécies ombrófilas, características de clima sempre úmido (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985).

## 4.2 Breve histórico do processo de ocupação de Cidade Gaúcha

Em Cidade Gaúcha, assim como na maioria das cidades do noroeste do Paraná, a colonização se deu na segunda metade do ciclo econômico do café nas décadas de

1950 e 1960 pela companhia colonizadora Ipiranga de Baradelli e Held Ltda e recebeu este nome com intuito de atrair gaúchos e catarinenses para esta região. A estratégia funcionou e poucos foram os povoadores que não vieram desses estados (FERREIRA, 2006). De acordo com historiadores, a primeira derrubada da floresta naquela região data de fevereiro de 1951, liderada por Lauro Ranulfo Müller (PREFEITURA MUNICIPAL DE CIDADE GAÚCHA, 2014).

Segundo Ferreira (2006), a área atual do município de Cidade Gaúcha, pertencia inicialmente ao município de Peabiru e posteriormente, com a lei municipal nº 12, de 25 de abril de 1955, criou-se o distrito administrativo de Cidade Gaúcha no município de Rondon.

Na lei estadual nº 4.245, de 25 de julho de 1960 foi criado o município de Cidade Gaúcha, cujo território foi desmembrado dos municípios de Rondon e Cruzeiro do Oeste, tendo sua instalação em 15 de novembro de 1961 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CIDADE GAÚCHA, 2014).

### 4.3 Densidade demográfica no período de 1970-2010 em Cidade Gaúcha

Com a criação do município de Cidade Gaúcha em 1961, os dados do censo de 1960, ficaram atrelados aos municípios de Rondon e Cruzeiro do Oeste. Assim, os dados de Cidade Gaúcha aparecem a partir do censo de 1970, como podem ser vistos na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - População no Município de Cidade Gaúcha

<b>Censo</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1991</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
População Total	13.042	8241	8.472	9.531	11.062
População Urbana	3.038	4.270	6.522	7.681	9.176
População Rural	10.004	3971	1.950	1.850	1.886
Diferença Total	-	-36,81%	2,80%	12,50%	16,06%
Diferença Urbana	-	40,55%	52,74%	17,77%	19,46%
Diferença Rural	-	-60,31%	-50,89%	-5,13%	1,95%

Fonte - IBGE (2011)

Os dados dos censos demográficos mostraram que o município atingiu seu pico populacional na década de 1970. Com a crise na cafeicultura e a modernização agrícola, o município perdeu, aproximadamente, em 10 anos 37% da população total. A tabela 4.1 também mostra uma evolução na população urbana, muitas pessoas saíram do campo, rumo a novas fronteiras agrícolas no país, cidades maiores do estado do Paraná e para o núcleo urbano mais próximo. Essa é uma das explicações para o aumento da população

urbana de 40% no período, já no caso da população rural houve uma perda de mais de 60% da população entre 1970 e 1980, outra perda de 51%, entre 1980 e 1991, já entre 1991 e 2000 a queda foi menor, por volta de 5% e entre 2000 e 2010 houve um aumento de quase 2% em relação ao período anterior.

Um dos fatores que podem justificar esse pequeno aumento foi o programa de melhoria da qualidade de vida do trabalhador rural implantado pelo governo do estado em 1995. Nele consta o Subprograma: Vilas Rurais. A meta do governo visava garantir o lugar de destaque do estado como maior produtor de grãos do Brasil e em contrapartida priorizar o ser humano. Os órgãos do governo do Paraná anunciaram resolver a questão social histórica do Paraná: o abandono do homem no campo e na cidade. Este programa traçou a forte política pública e conseguiu implantar 412 vilas rurais, em 273 dos 399 municípios do Paraná (CAVALCANTI, 2001; 2009)

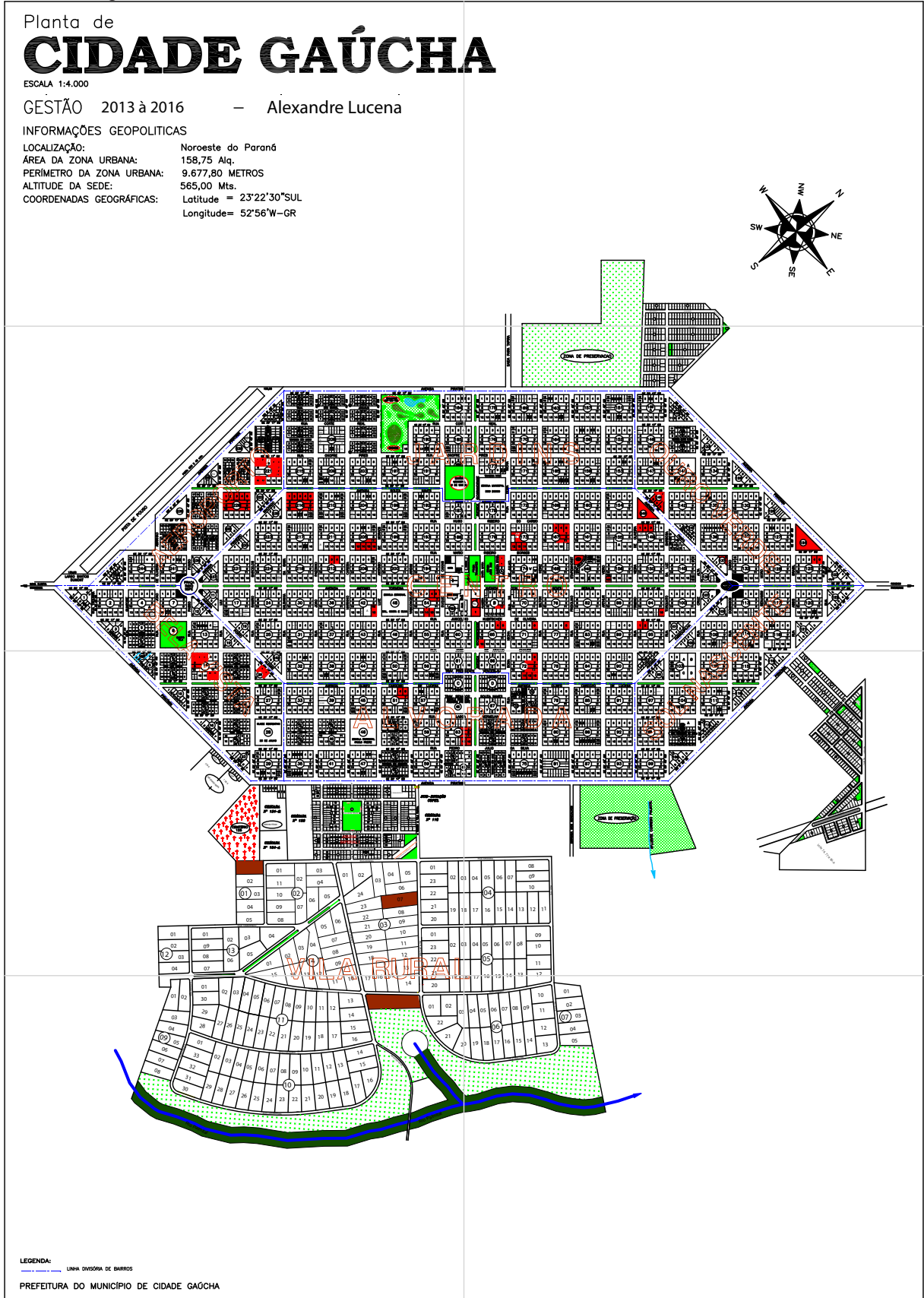
A maior Vila Rural do estado, a Fiorêncio Baréa, está localizada em Cidade Gaúcha. São 210 lotes que foram construídos em três etapas. A primeira, com 73 unidades, foi entregue em fevereiro de 1998. A segunda etapa, com 68 unidades, foi entregue em março de 2000 e a terceira, com 69 unidades, entregue em 2001. Cada lote abriga uma família (REVISTA CIDADES DO BRASIL, 2001). A figura 4.5 mostra a área urbana atual acompanhada da vila rural. A distância entre elas, em campo, é de 300 metros, o que faz a vila rural ter a característica de mais um bairro da área urbana.

A população da Vila Rural em Cidade Gaúcha é considerada, pelo censo, como população rural. Considerando uma família com 5 pessoas, nota-se que nas duas primeiras fases de implantação da Vila, 705 pessoas, foram contabilizadas no censo de 2000. Já a terceira fase de 2001 houve mais 345 habitantes que acabaram sendo contabilizados somente no censo de 2010. Portanto, teoricamente, o aumento da população rural entre 2000 e 2010 deveria ser de 345 pessoas, mas foi de apenas 36 (1,95%). Podemos concluir que, continuou a queda na população rural, mesmo o dado não tendo apresentado isso.

Mantendo o mesmo critério, de 5 pessoas por lote, obtemos o número de 1050 pessoas, se considerarmos a população rural, em 2010, era de 1886, temos o dado de 55,6% da população rural vive na Vila Rural. Considerando a população urbana, em 2010, de 9176 mais a população estimada para Vila Rural de 1050 pessoas, a população total, estimada, é de 10 226, ou 92,4% de toda a população do município, mora em uma área de aproximadamente 4,87 km<sup>2</sup> equivalente a 1,2% da área total do município.

Segundo o IBGE (2011), o produto interno bruto do município é dividido em 42% para o setor de serviços, 46% para a indústria e apenas 12% para a agropecuária, o que mostra que a área rural é dependente da área urbana, diferente do que ocorria entre os anos de 1960 e 1970.

Figura 4.5 - Área urbana de Cidade Gaúcha

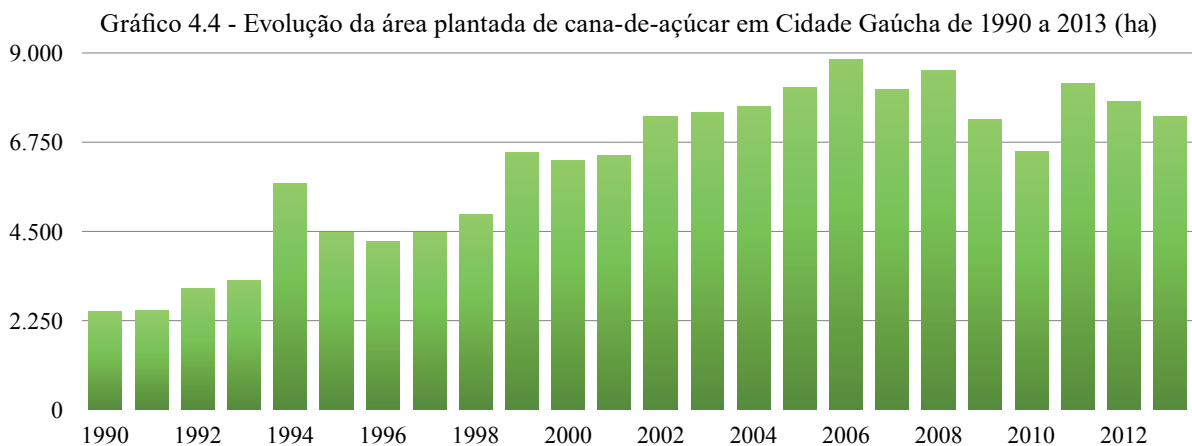


Fonte – Prefeitura Municipal de Cidade Gaúcha (2014)

No entanto, o Programa Nacional do Álcool, Proálcool, foi considerado como o “carro-chefe” da agroindústria canavieira durante boa parte do período compreendido pelos anos de 1975 a 1995 como estudado por Shikida e Bacha (1999). Segundo dados da Associação de Produtores de Bioenergia do estado do Paraná (ALCOPAR), o Paraná conta com 30 unidades produtoras, sendo 7 destilarias e 23 Usinas. Dentre as usinas encontra-se a unidade de Cidade Gaúcha da Usina Santa Teresinha (ALCOPAR, 2011).

Sua denominação original Destilaria Cidade Gaúcha Ltda foi constituída em 25 de julho de 1980. Em 25 de julho de 1994, foi inaugurada a moderna fábrica de açúcar, pioneira na América Latina em sistema de Vácuo Contínuo e Automação Industrial. Tal acontecimento fez com que, naquele ano, a empresa fosse laureada pelo “Jornal Cana” com o título de empresa do ano em “Tecnologia Industrial”, em âmbito nacional. A empresa passou então a denominar-se F.B. Açúcar e Álcool Ltda., com o nome fantasia de Usina Usaciga. Em 2004, a empresa resolveu diversificar-se e investir em novos ramos de atividades, procurando tornar-se mais competitiva ao utilizar ao máximo as alternativas de transformação oferecidas pela cana-de-açúcar, como a cogeração de energia. A empresa passou então a usar o nome empresarial de Usaciga - Açúcar, Álcool e Energia Elétrica Ltda (SHIKIDA, *et al.*, 2008).

Ainda segundo os autores, a unidade tinha capacidade instalada, em 2008, para moer 8.500 toneladas/dia de cana-de-açúcar e produzir 15 mil sacas/dia de açúcar e 250 mil litros/dia de álcool. A área colhida pela empresa, na safra 2005/06, foi de 21.347 hectares, o que resultou na moagem de 1.298.270,75 toneladas. Nessa mesma safra, produziu 2.402.600 sacas de açúcar e 30.166.796 litros de álcool. Do açúcar produzido, 99% destinou-se à exportação. O gráfico 4.4 mostra a evolução da área plantada, de cana, em Cidade Gaúcha, no período de 1990 a 2013, atingindo o pico máximo de 8.841 hectares, em 2006, ou apenas 41% do total colhido pela empresa naquele ano.



Fonte: IBGE (2015)

Ribeiro (2011), analisou que a unidade de Cidade Gaúcha realizou a colheita no



município e em outros 13 da região noroeste do Paraná sendo: Porto Rico, Loanda, Santa Cruz de Monte Castelo, Santa Isabel do Ivaí, Santa Mônica, Planaltina do Paraná, Tapira, Nova Olímpia, Guaporema, Rondon, Maria Helena, Cruzeiro do Oeste e Tapejara.

O autor também pesquisou os dados dos trabalhadores mobilizados para a colheita pela Usina, ou seja, não somente do município de Cidade Gaúcha. Foi constatado que eles eram de outros nove municípios da região: Querência do Norte, Santa Cruz de Monte Castelo, Santa Isabel do Ivaí, Santa Mônica, Douradina, Tapira, Nova Olímpia, Maria Helena e Cruzeiro do Oeste. Além dessas localidades, o setor canavieiro mobilizou trabalhadores dos estados de Minas Gerais, Bahia e Alagoas. O que mais chamou a atenção do autor é que dos 711 trabalhadores identificados, 137 eram de Cidade Gaúcha e 136 eram do estado de Alagoas. Durante o período entressafra os trabalhadores de Minas Gerais e do Nordeste são dispensados pela Usina e retornam ao estado de origem

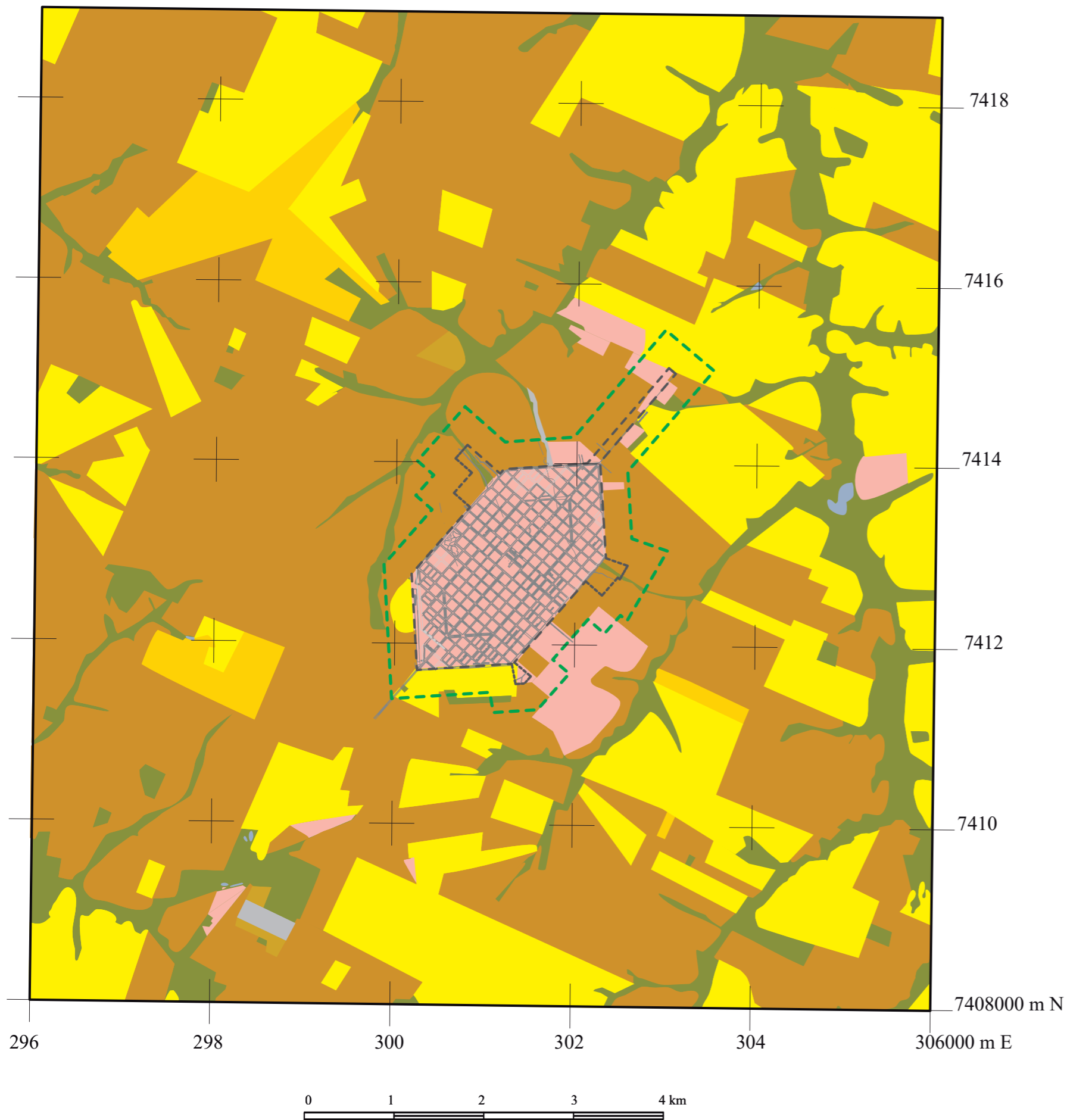
Houve a ocorrência de queda nas áreas plantadas, em alguns anos, entre 2006 e 2013. Ribeiro (2011), explicou que essas quedas não necessariamente tem a ver com a perda de área de produção para outros cultivos e sim com períodos de recuperação do solo.

Os dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2015) apontaram que a área destinada a pecuária e a criação de outros animais foi de 25.175 hectares, o que representa a maior atividade em área territorial no município, porém, segundo IPARDES (2015), em 2013, a indústria de produtos alimentícios, de bebida, e álcool etílico empregou 64% do total de empregos no município, enquanto o setor agropecuário representado pela agricultura, silvicultura, criação de animais, extração vegetal e pesca contou 5% do total de empregos. Esses dados demonstram que a cana-de-açúcar é a atividade mais importante no município.

#### **4.4 Uso da Terra atual de Cidade Gaúcha**

Na carta de Uso da Terra foram identificadas oito classes na área de estudo (Figura 4.6), classificadas de acordo com IBGE (2013):

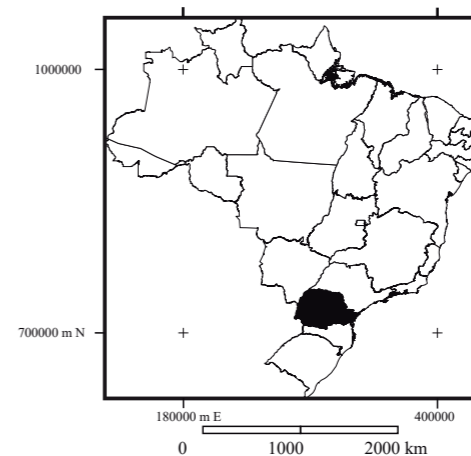
- a) Áreas urbanizadas - para a carta de Uso da Terra de Cidade Gaúcha a Vila Rural Fiorêncio Baréa; as indústrias, identificadas nas imagens de satélite; a Usina Santa Teresinha e o Campus do Arenito (CAR/UEM) foram incluídos nessa categoria, correspondendo a 5%.
- b) Lavoura Temporária - na área de estudo corresponde como o segundo maior uso com 30%.
- c) Lavoura Permanente - corresponde a 4% da área de estudo.
- d) Pastagem essa atividade é a que ocupa a maior parte da área de estudo com 49%.
- e) Silvicultura - na área de estudo corresponde a 1%.



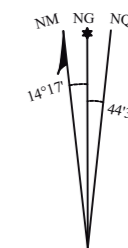
Uso da Terra

- Área Urbanizada
- Lav. Temporária
- Lav. Permanente
- Pastagem
- Silvicultura
- Floresta
- Corpo d'água
- Área Descoberta

Localização



Declinação Magnética em 1989 e Convergência Meridiana do Centro da Folha



CRESCER 8,6'AO ANO  
Usar exclusivamente dados métricos  
**RONDON (PR)**

- Área de Expansão Urbana
- Área Urbana Atual
- Ruas Existentes
- Ruas Projetadas

Base: Bing Maps©; Digital Globe®  
Ano das imagens de satélite: 2012

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Datum horizontal: SAD 69 - Minas Gerais

IBGE (2013)  
CIDADE GAÚCHA (2005c)

- f) Floresta - na área de estudo corresponde a 10%.
- g) Corpo d'água - na área de estudo foram considerados apenas os lagos das indústrias, pesqueiros e lagos naturais. Correspondem a apenas 0,5%.
- h) Área descoberta - na área de estudo corresponde a 0,5%.

## 5 OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO À EROSÃO

Esta parte consiste nas análises dos produtos cartográficos e das pesquisas de campo. Portanto, serão apresentados a Carta de Zonas de Riscos à Erosão realizada em 1994 e a relação com a PNPDEC, a Carta de Zoneamento Urbano de 2005 realizada pela Prefeitura Municipal de Cidade Gaúcha, com a indicação dos perfis topográficos e a numeração dos pontos visitados nos trabalhos de campo.

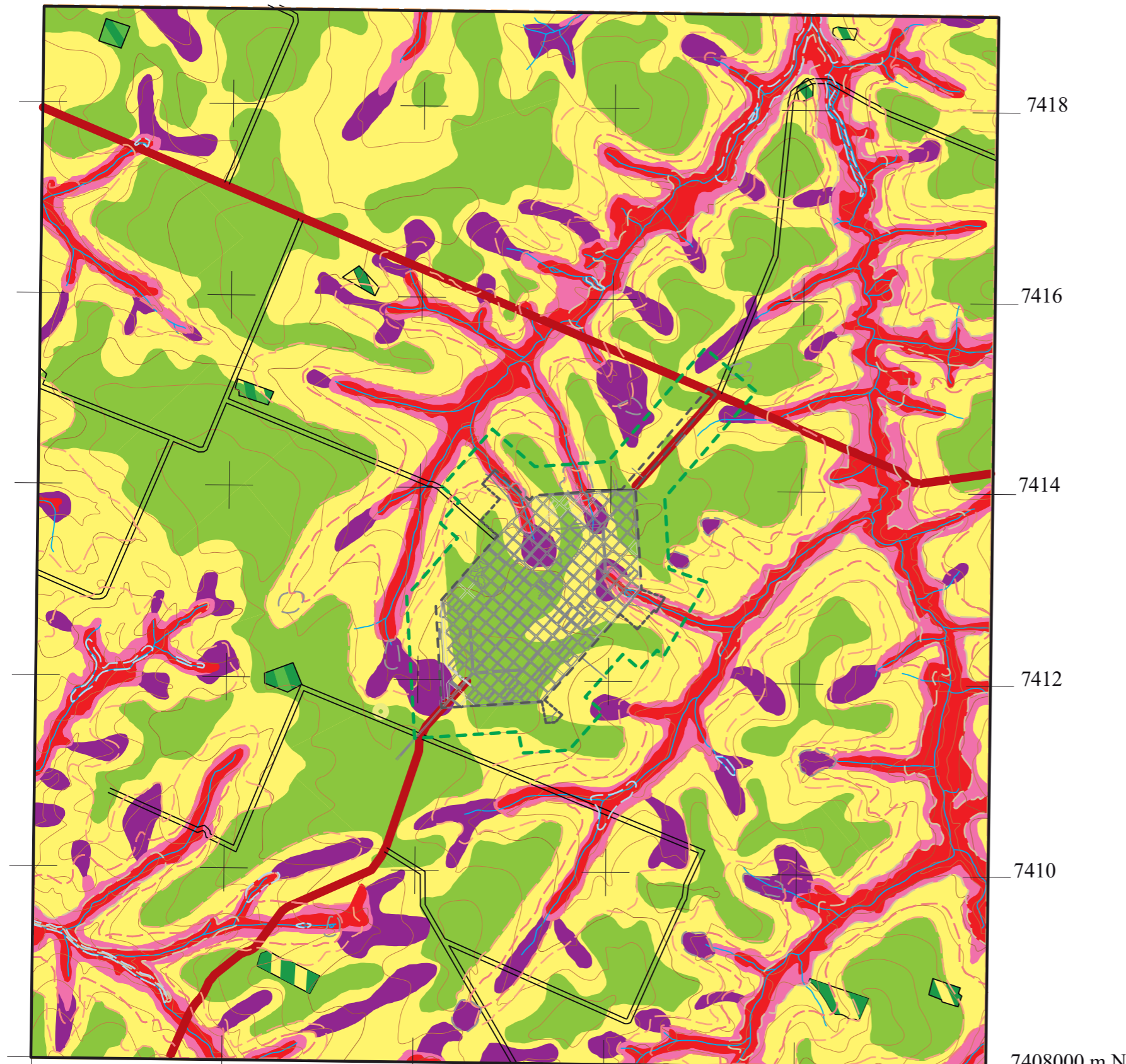
### 5.1 Carta de Zonas de Risco à Erosão (1994)

O diagnóstico do meio físico revelou que os fenômenos erosivos que geram sulcos, ravinas e voçorocas e ainda os movimentos em massa do solo são de ocorrência mais generalizada e também os principais responsáveis pela instabilidade das vertentes e pelos problemas criados, mesmo em áreas já ocupadas (urbanizadas), associados a fenômenos erosivos de natureza fluvial como alargamento de canal pelo solapamento das margens ou por assoreamento. Uma parte do material erodido pelos processos que atuam nas vertentes é redistribuído nelas, dando origem a depósitos coluviais (solos coluviais) nas áreas deprimidas (vales em berço, cabeceiras de drenagem, etc.), e outros são levados até a rede de drenagem provocando o assoreamento dos leitos e modificações nos fluxos hidrológicos. Muitos trechos passam a sofrer inundações, enquanto em outros a erosão das margens é acelerada. Portanto, esse diagnóstico revelou que a sede dos fenômenos considerados como de risco, na maior parte da região noroeste do Paraná, é preferencialmente a cobertura pedológica e não o substrato rochoso (NÓBREGA, *et al.*, 1992). A Figura 5.1 mostra a Carta de Zonas de Riscos à Erosão de Cidade Gaúcha - PR do convênio UEM/DGE - SUCEAM.

Foram classificadas cinco zonas por Nóbrega *et al.*(2003) da seguinte maneira:

- a) Zona de instabilidade declarada (Vermelho) áreas afetadas por ravinas e voçorocas; deslizamentos ativos; solifluxão evidente; áreas com afloramento do lençol freático; desbarrancamento de margens de ribeirões e córregos; várzeas e fundos de vales sujeitos a assoreamento.
- b) Zona de instabilidade potencial (Rosa) áreas com indícios de deslizamentos e abatimentos; áreas periféricas das voçorocas (que serão afetadas pelo processo de erosão remontante e de alargamento); vertentes de declividades fortes; zonas de ruptura côncava com lençol hidromórfico próximo à superfície.
- c) Zona de instabilidade potencial (cabeceiras de drenagem) [Roxo] áreas sujeitas à concentração de água em superfície, a abatimentos, a abatimentos de parte do solo por efeitos de *piping* e erosão remontante das nascentes.

Figura 5.1 - Carta de Zonas de Riscos à Erosão



Zonas de Risco	Características das Zonas de Riscos	Problemas Esperados	Recomendações Para Ocupação
<p>Área Urbana Pastos e Matas e Reflorestamento</p> <p>Solos indiscriminados, principalmente Neossolo Quartzarênico, Gleissolos, Solos Rasos e Colúvias</p>	<p>Zona de instabilidade declarada - áreas afetadas por ravinas e voçorocas; deslizamentos ativos; solifluxão evidente; áreas com afloramento do lençol freático; desbarrancamento de margens de ribeirões e córregos; várzeas e fundos de vales sujeitos a assoreamento.</p>	<p>Esta zona corresponde, em geral, aos nichos de nascentes, setores de baixa vertente onde os solos de textura muito arenosa e arenosa-média, e fundos de vales.</p>	<p>Os processos ativos devem ser contidos através do controle da drenagem superficial e subterrânea, reflorestamento das áreas marginais para evitar a evolução remontante dos processos erosivos.</p> <p><b>Zona Não Recomendada Para Ocupação.</b></p>
<p>Solos indiscriminados, principalmente Neossolo Quartzarênico, Gleissolos e Argissolo Vermelho.</p>	<p>Zona de instabilidade potencial - áreas com indícios de deslizamentos e abatimentos; áreas periféricas das voçorocas (que serão afetadas pelo processo de erosão remontante e de alargamento); vertentes de declividades fortes; zonas de ruptura côncava com lençol hidromórfico próximo da superfície.</p>	<p>Esta zona corresponde, em geral aos nichos de nascentes, setores de baixa vertente e a áreas com rupturas de declives mais acentuados na lapa vertente, onde ocorrem os solos de textura muito arenosa e arenosa-média</p>	<p>Todas as construções, impantações agropecuárias, que tendem a modificar o equilíbrio precário dos solos, principalmente sobre os de textura areia na baixa vertente e próximo aos nichos de nascentes, devem ser evitados. Nas cabeceiras de drenagem a concentração deve ser controlada para evitar a instalação de processos erosivos (ravinas, voçorocas, deslizamentos, abatimentos que põem em risco todo tipo de ocupação. Área indicadas para preservação, reflorestamento e lazer.</p> <p><b>Zona Não Recomendada Para Ocupação - Sujeita A Estudos Específicos</b></p>
<p>Argissolo Vermelho Associação PV/LV</p>	<p>Zona de estabilidade precária - áreas de colos e vales em berço com solos de textura mais arenosa que os circundantes; zonas de declividades médias e fracas. São áreas que podem concentrar águas em superfície e desencadear processos de ravinamentos. Áreas periféricas as zonas de instabilidade potencial podendo ser afetadas pelo processos instalados nessas (deslizamentos, abatimentos).</p>	<p>Zona de instabilidade potencial (cabeceras de drenagem) - áreas sujeitas a concentração de água em superfície, a colúviamto, a abatimentos de parte do solo por efeitos de piping e erosão remontante das nascentes.</p>	<p>Zona mais adequada que as precedentes para ocupação desde que sejam tomadas medidas para o controle de escoamento das águas superficiais, evitando a sua concentração (a principal causadora dos ravinamentos).</p> <p><b>Zona Recomendada Para Ocupação - Com Controle De Escoamento Superficial</b></p>
<p>Latossolo Vermelho</p>	<p>Zona estável - correspondente as áreas de topo dos interflúvios e setores de alta vertente com declividades fracas</p>		<p>Esta zona, favorecida pelas condições topográficas e a mais favorável a ocupação, contudo, dada a grande susceptibilidade erosiva dos solos, também devem ser tomados os cuidados necessários para o controle do escoamento superficial</p> <p><b>Zona Recomendada Para Ocupação</b></p>

Características dos Materiais Inconsolidados			
Solos	Espessura do Solo (m)	Granulometria - % Faixas de teores predominantes por fração ( ) faixas secundárias	Classe Textural
Latossolo Vermelho (LV)	6,00 a 9,00	A: 12-20 (27-30) S: 02-08 AF: 45-60 AG: 05-30 (30-40)	Média-arenosa (Média-argilosa)
Associação PV/LV	3,00 a 6,00	A: 15-20 (27-30) S: 02-05 AF: 45-50 (60-75) AG: 30-40 (05-15)	Média-arenosa (Média-argilosa)
Argissolo Vermelho (PV)	1,50 a 6,00	A: 20-25 (15-20) S: 02-05 AF: 45-65 AG: 05-25 (30-40)	Média-argilosa (Média-arenosa)
Solos Rasos	0,50 a 1,50	A: <10	Muito arenosa (Arenosa-média)
Gleissolos	Variável	A: 10-15 S: 02-05 AF: 60-70 AG: 10-20	Arenosa-média (Muito arenosa)
Solos Colúviais	1,50 a 2,00	-	Variável

\*A = Argila; S = Silte; AF = Areia Fina; AG = Areia Grossa

**Hidrografia**

- Drenagem Permanente
- Drenagem Intermitente
- Lagoas

**Elementos Altimétricos**

- Curva de Nível
- Ponto Cotado

**Área de Expansão Urbana**

- Área Urbana Atual
- Ruas Existentes
- Ruas Projetadas

**Estradas**

- Pavimentadas
- Não Pavimentadas
- Tráfego Periódico

**Equipe Técnica**

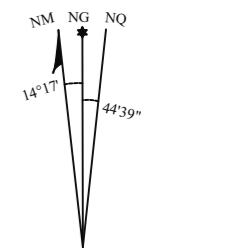
Coordenação: Gasparetto, N. V.; Nakashima, P.; Nóbrega, M. T.  
 Pesquisadores: Cunha, J. E.; Queiroz, D.R.E.; Saguti, L.Y.; Mendes, C. M.; Nakashima, M.S.R.  
 Estagiários: Tichter, L.M.; Dias, E.S.; Martins, V.M.; Silveira, H.; Barczyszczyn, O.

CONVÊNIO UEM/DGE - SUCEAM - 1994 - 1995

Base: Região Sul do Brasil - 1:50.000 - RONDON  
 Folha SF-22-Y-X-III-3  
 Diretoria de Serviço Geográfico - Ministério do Exército  
 Departamento de Engenharia e Comunicações (DSG, 1989)

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 Datum horizontal: SAD 69 - Minas Gerais

Declinação Magnética em 1989 e Convergência Meridiana do Centro da Folha



NÓBREGA *et al.* (2003)  
 SANTOS *et al.* (2013)  
 CIDADE GAÚCHA (2005c)

Org: Daniele Mary Feltrim Roseghini Alexandre

CRESCE 8,6'AO ANO  
 Usar exclusivamente dados métricos  
**RONDON (PR)**

- d) Zona de estabilidade precária (Amarelo) áreas de colos e vales em berço com solos de textura mais arenosa que os circundantes; zonas de declividades médias e fracas. São áreas que podem concentrar águas em superfície e desencadear processos de ravinamentos.
- e) Zona estável (Verde) correspondente as áreas de topo dos interflúvios e setores de alta vertente com declividades fracas.

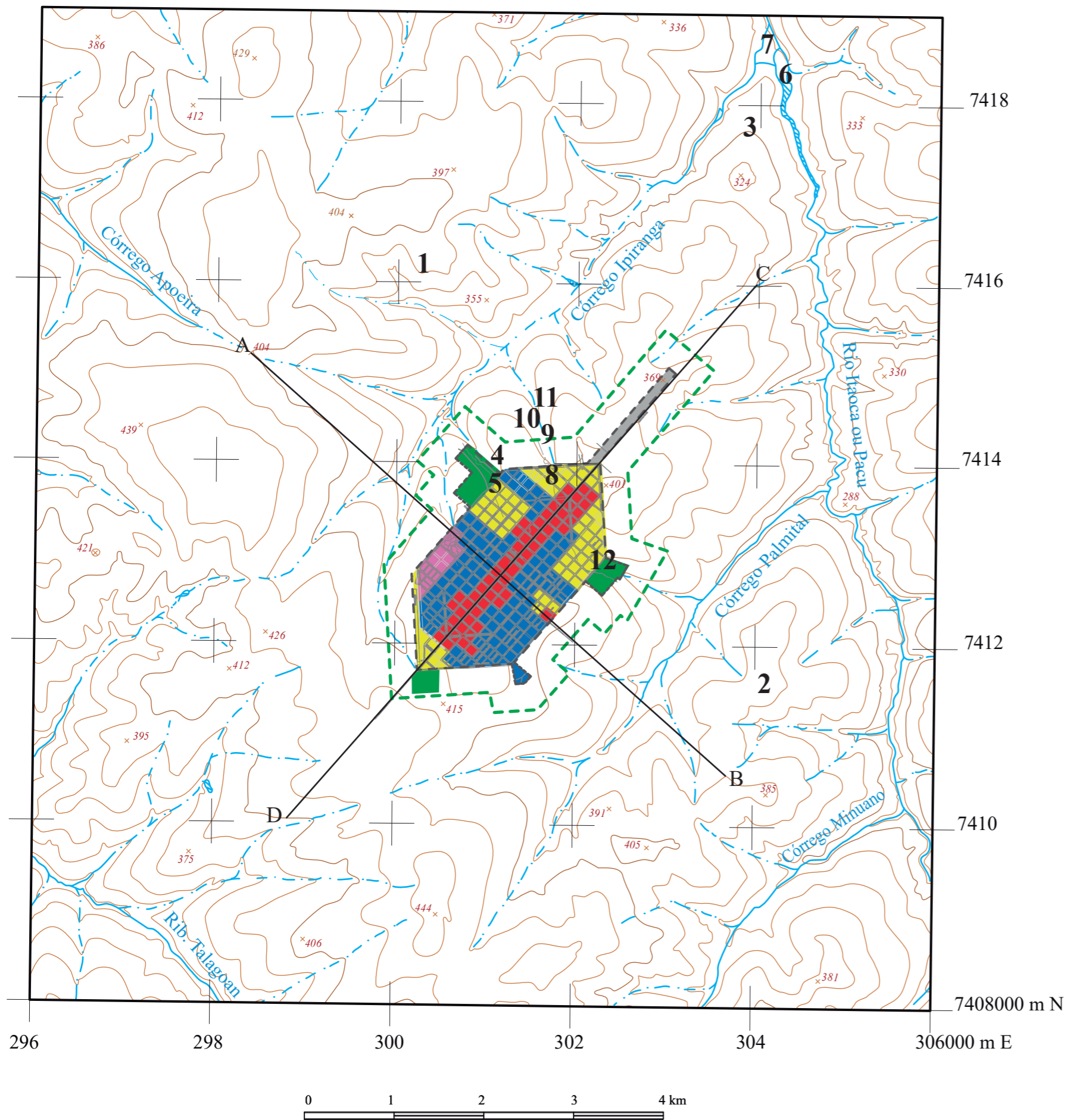
A escala recomendada para a elaboração de Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização é de 1:10.000 ou maior (SOUZA e SOBREIRA, 2014). Ainda assim, a Carta de Zonas de Riscos à Erosão se apresentou de ótima qualidade, ou seja, mesmo estando em uma escala não adequada, a carta apresentou as zonas com precisão e as diretrizes para ocupação foram baseadas na realidade de campo, assim, seu uso ainda é recomendado na atualidade.




## 5.2 Carta de Zoneamento Urbano (2005)

A figura 5.2 apresenta o Zoneamento Urbano de Cidade Gaúcha (CIDADE GAÚCHA, 2005c), dividido em seis zonas, além da zona de expansão urbana, que corresponde a uma faixa de 300 metros de largura, localizada entre a zona urbana e a zona rural:

- a) Zona de Interesse Social destinada ao desenvolvimento de assentamentos urbanos vinculados a programas habitacionais de interesse social ou programas de regularização fundiária de iniciativa pública ou privada, na forma estabelecida em lei, que em função de suas características requeiram tratamento urbanístico específico, localizando-se no perímetro Oeste, próximo ao Bosque do Leão. Essas áreas podem ser implantadas em qualquer parte da área urbana, exceto a Zona de Comércio e Serviços;
- b) Zona de Interesse em Preservação (ZIP) compreende as áreas sujeitas às inundações, erosão e com cobertura arbórea significativa, onde deve ocorrer a implantação de parques lineares, destinados às atividades de recreação e lazer, à proteção de matas ciliares, para facilitar a drenagem urbana e a preservar áreas críticas, localizadas nas porções leste e oeste do quadro urbano;
- c) Zona Industrial predominância de atividades industriais, bem como das atividades complementares: compreendida ao longo da PR-082, sentido norte;
- d) Zona de Comércio e Serviços corresponde aos estabelecimentos comerciais, associações, sindicatos, templos religiosos dentre outros, garantindo aos já estabelecidos, o princípio do direito adquirido, bem como, aquela com predominância de usos comerciais e serviços, localizada na área central do município, compreendida em sua maior parte pelas ruas Mario Ribeiro Borges

Figura 5.2 - Carta de Zoneamento Urbano



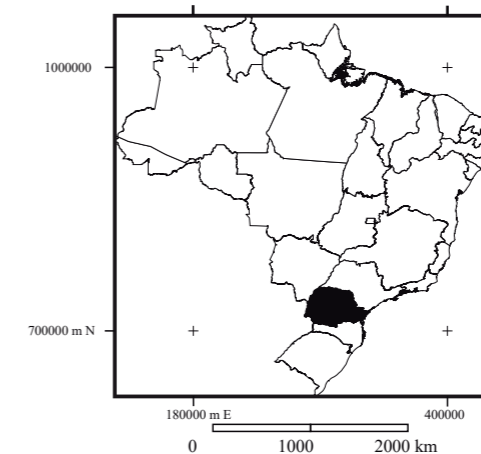
- |   |  |
|---|--|
|  ZIS<br>Zona de Interesse Social         |  ZCS<br>Zona de Comércio e Serviços |
|  ZIP<br>Zona de Interesse em Preservação |  ZR1<br>Zona Residencial 1          |
|  ZI<br>Zona Industrial                   |  ZR2<br>Zona Residencial 2          |

A ————— B

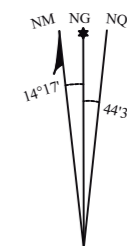
C ————— D

1 Pontos visitados



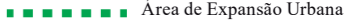


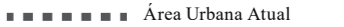


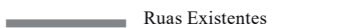


Localização



Declinação Magnética em 1989 e Convergência Meridiana do Centro da Folha



CRESCE 8,6'AO ANO  
Usar exclusivamente dados métricos  
**RONDON (PR)**

- |   |  |   |
|---|--|---|
|  Hidrografia           |  Elementos Altimétricos |  Área de Expansão Urbana |
|  Drenagem Permanente   |  Curva de Nivel         |  Área Urbana Atual       |
|  Drenagem Intermitente |  Ponto Cotado           |  Ruas Existentes         |
|  Lagoas                |  |  Ruas Projetadas         |

Base: Região Sul do Brasil - 1:50.000 - RONDON  
Folha SF-22-Y-X-III-3  
Diretoria de Serviço Geográfico - Ministério do Exército  
Departamento de Engenharia e Comunicações (DSG, 1989)

CIDADE GAÚCHA (2005c)  
Arq. KENYDEI CAZELOTO - CREA 74156 D/PR

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Datum horizontal: SAD 69 - Minas Gerais

e Juscelino Kubitschek, ao norte limitada pela rua Assis Brasil e ao Sul pela rua João de O. Abraão;

- e) Zona Residencial 1 predominantemente destinada à implantação de moradias unifamiliares, habitação coletiva e atividade comercial e de serviços, localizando-se basicamente no entorno imediato da ZCS, ao norte, leste, grande área a sudeste e oeste;
- f) Zona Residencial 2 destinada ao uso habitacional e atividade comercial, localizando-se nas periferias do quadro urbano, ao sudeste, noroeste e nordeste.

A carta de zoneamento urbano já explicitada (figura 5.2) apresenta os cortes dos perfis A-B (bacias dos córregos Ipiranga e Palmital) e C-D (transversal ao longo das avenidas Comendador Gentil Geraldi e Antonio Tormena). Além de mostrar os locais de coleta de dados para a identificação e análise dos processos erosivos na área urbana, área de expansão urbana e na área rural, que foram identificadas na Carta de Zonas de Risco à Erosão de 1994. Ao todo foram visitados doze pontos nas zonas rural, urbana e de expansão urbana.

### 5.3 Perfis topográficos e da ocupação atual

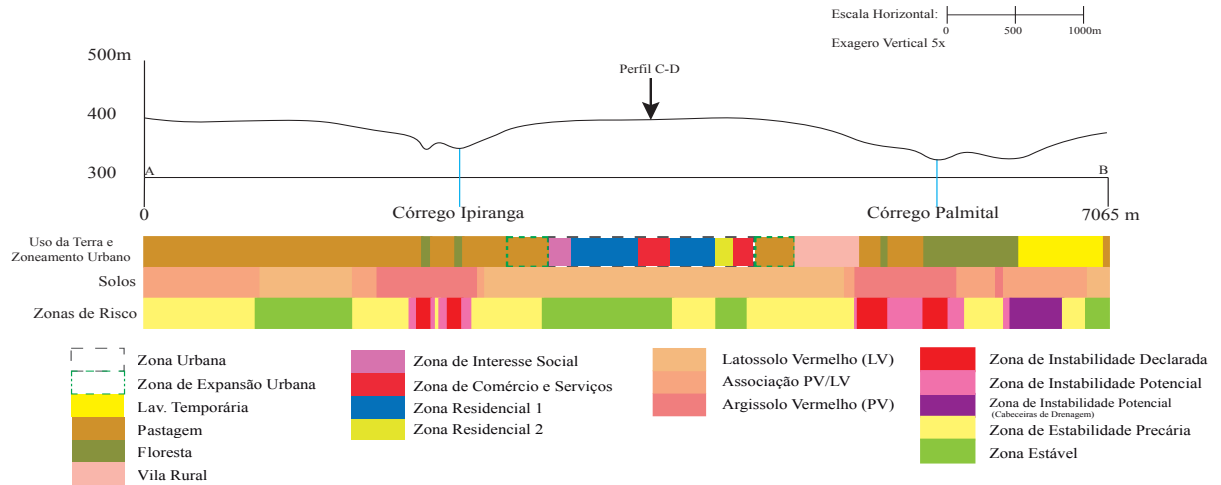
O perfil A-B (figura 5.3) mostra o relevo plano e suave ondulado no topo, na alta e na média vertente na bacia do córrego Ipiranga. Nessa área predominam as pastagens com ocorrência de fragmentos florestais degradados apenas junto aos cursos d'água. A área urbana atual está entre as duas bacias. A zona de expansão urbana, na bacia do córrego Ipiranga, se mantém em área de relevo suave ondulado, com Latossolo Vermelho e sendo uma área própria para ocupação da cidade com o controle do escoamento superficial como apontado por Nóbrega *et al.* (2003). O mesmo ocorre na bacia do córrego Palmital, porém esse possui uma quebra no relevo, onde passa a ser uma zona de instabilidade declarada.

A implantação da Vila Rural foi apropriada, não somente na questão social, já dita, mas também na questão das ocorrências de feições erosivas, uma vez que ela se tornou, a princípio, uma barreira para impedir o crescimento da área urbana em direção ao vale do córrego Palmital, seguindo uma das diretrizes recomendadas por Gasparetto *et al.* (1994), para evitar o avanço da área urbana em direção a essa vertente.

No perfil C-D (Figura 5.4) no sentido nordeste/sudoeste, ao longo das Avenidas Comendador Gentil Geraldi e Antonio Tormena no trecho na área urbana. Apenas no início do perfil, próximo ao tributário do rio Itaoca, é possível encontrar Solos Rasos e Argissolos, nas outras áreas predominam Latossolos Vermelhos, o que gera áreas estáveis recomendadas à ocupação, com o controle de escoamento superficial. As áreas de instabilidade potencial em cabeceiras de drenagem necessitam de maior controle do escoamento superficial e de monitoramento periódico. Quanto ao Uso da Terra, além da

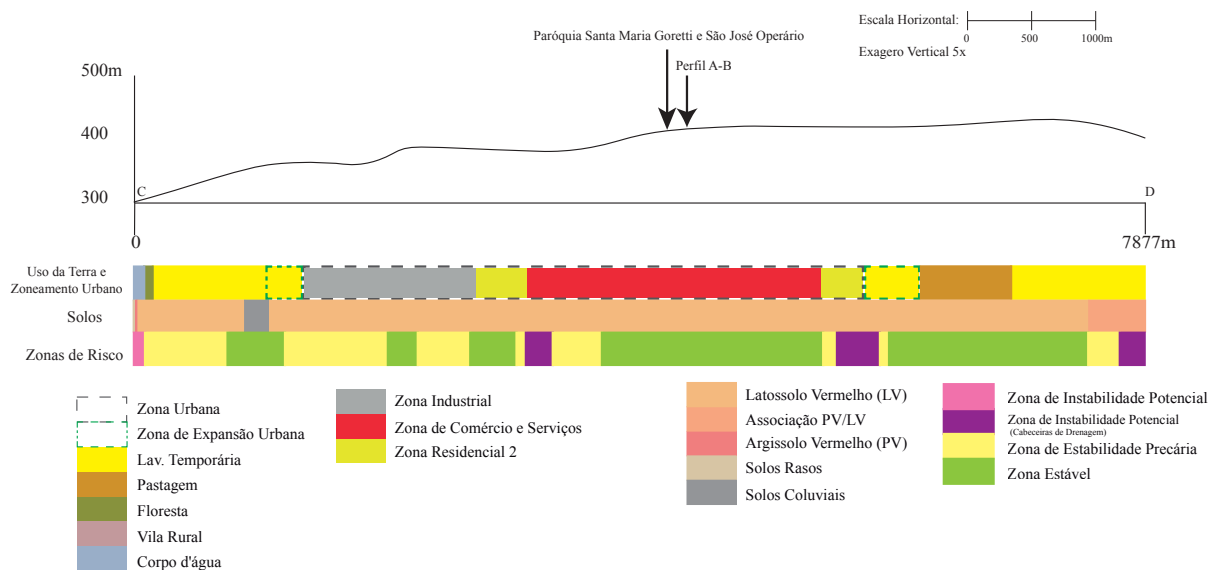


Figura 5.3 - Perfil A-B



Elaboração: Felipe R. Macedo

Figura 5.4 - Perfil C-D



Elaboração: Felipe R. Macedo

área urbana, predominam as lavouras temporárias, em grande parte de cana-de-açúcar.

Os primeiros 1300 metros da área urbana, na Avenida Comendador Gentil Geraldi, correspondem à Zona Industrial. Depois a Zona Residencial 2 e a Zona Comercial. Esta é a região de maior adensamento populacional. A 4100 metros do início do perfil encontra-se a Paróquia Santa Maria Goretti e São José Operário, acima dos 420 metros de altitude, no ponto mais alto da área urbana. Depois da paróquia a avenida passa a se chamar Antonio Tormena até o fim do perímetro urbano, onde retorna a denominação de rodovia PR-082.

Essa área além do perímetro urbano se mostra com relevo plano a suave ondulado com Latossolos e foi recomendado por Gasparetto *et al.*(1994) como a área para a expansão urbana.

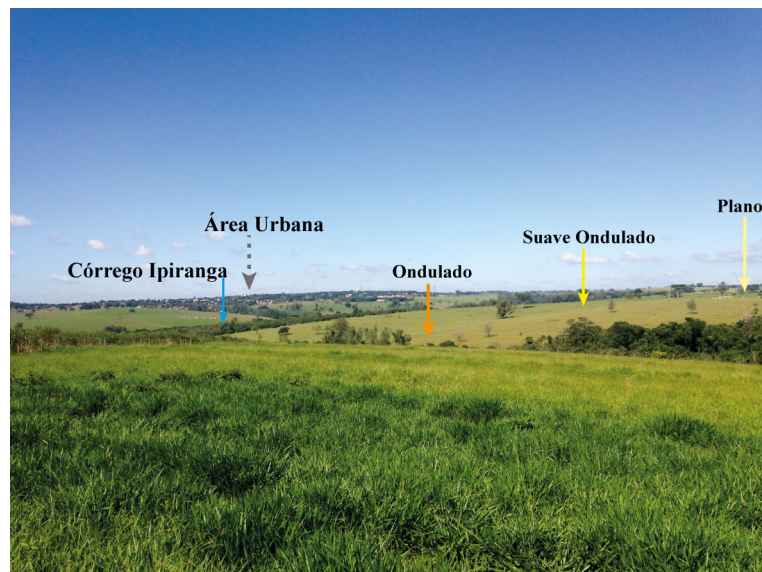
## 5.4 Checagem das áreas de risco à erosão de 1994 para 2014

No escritório foi analisado as áreas de risco à erosão da carta do convênio (Figura 5.1). Essa análise resultou em 12 pontos sendo os de número 1, 2, 3, 6 e 7 localizados na zona rural, serviram para uma maior compreensão da área de estudo. Os pontos 4, 5, 8 a 12 nas zonas urbana e de expansão urbana conforme apresentou a Figura 5.2.

### 5.4.1 Zona estável

O ponto 1 (Figura 5.5) apresenta o relevo característico da região que possui forma regular convexa, com declividades de 0,3% (plano), declividades de 3-8% (suave ondulado) em média vertente e na baixa vertente com declividades de 8-20% (ondulado). A figura apresenta, ao fundo, a localização da área urbana, sendo essa no divisor de águas das bacias dos córregos Ipiranga e Palmital e também, o uso da terra predominante que são as pastagens.

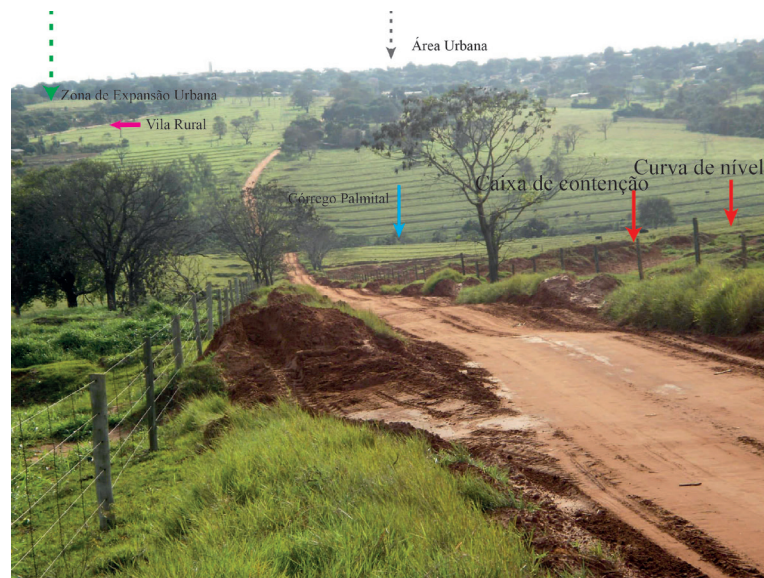
Figura 5.5 - A cultura (pastagem) e o relevo predominante na área estudada



Fotografia - Felipe R. Macedo. (09/05/2014)

No ponto 2 (Figura 5.6) na bacia do córrego Palmital, como mostrado na figura 5.2, as declividades nas vertentes são maiores do que as encontradas no córrego Ipiranga, o que obrigou os agricultores a utilizarem técnicas mais rígidas no controle do escoamento superficial, como as pastagens que possuem um número maior de curvas de nível. As vertentes apresentam um maior número de caixas de contenção criadas para captar as águas pluviais provenientes da estrada rural. Essas caixas são formadas pela continuação das curvas de nível encontradas em vários pontos da área estudada. Em certos trechos onde não existiam as caixas foram identificados processos erosivos ao longo da estrada, o que indicou a importância das mesmas.

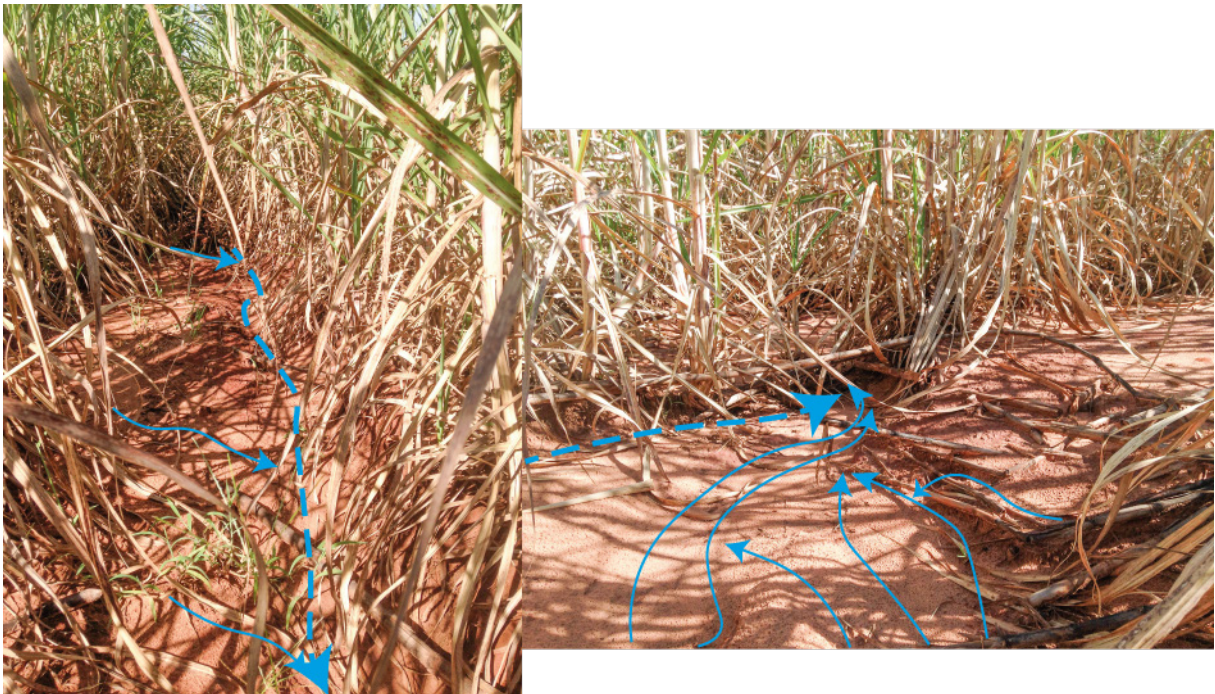
Figura 5.6 - Estrada rural na bacia do córrego Palmital



Fotografia - Ricardo H. Bueno. (25/06/2014)

O ponto 3 (figuras 5.7 e 5.8), localizou-se em um canavial próximo dos pontos 7 e 8. Toda a área abrangida pelos pontos 3, 7 e 8 o uso da terra é de cana-de-açúcar, diferentemente dos pontos 1 e 2, que ocorrem em áreas de pastagens. As setas indicam os vários caminhos das águas no escoamento superficial.

Figuras 5.7 e 5.8 - Princípio de processo erosivo no canavial



Fotografias - Francieli S. Marcatto. Data (15/01/2015)

Como apresentado nas figuras e na explicação de Bertoni e Lombardi Neto (2008) a erosão laminar é dificilmente perceptível. Quando se acumula na superfície a água se move no sentido da vertente e raramente se movimenta em uma lâmina uniforme sobre

a superfície do terreno. Cada pequena porção toma o caminho de menor resistência, concentrando em pequenas depressões e ganhando velocidade à medida que a lâmina de água e a declividade do terreno aumentam.

Silveira (1997) explica que na época da colheita ocorre o aumento do trânsito de máquinas e caminhões que podem causar a compactação do solo. No final do corte da cana-de-açúcar quando coincide com um período chuvoso fica visível o transporte de materiais em superfície (erosão laminar). Este processo erosivo ocorre normalmente nos Argissolos em relevo ondulado no município de Cidade Gaúcha.

Como apontado por Nóbrega *et al.* (2003) esta zona, favorecida pelas condições topográficas, é a mais recomendada à ocupação, contudo, dada a grande susceptibilidade erosiva dos solos, também devem ser tomados os cuidados necessários para o controle do escoamento superficial.

#### 5.4.2 Zona de estabilidade precária

O ponto 4 (figuras 5.9 e 5.10) localiza-se em um loteamento, Residencial Vitória. O trabalho de campo de maio de 2014 apresentou as ruas já delimitadas no loteamento, sendo possível até transitar por elas de carro. No mês seguinte as obras de implantação da rede de água, rede de esgoto e galerias pluviais estavam ocorrendo. Por fim, em janeiro de 2015, as obras tinham sido finalizadas, porém a ligação final, com o córrego próximo, não havia sido feita. A vegetação cresceu nas ruas não pavimentadas e apenas era possível distinguir uma das outras pela separação das valetas e dos encanamentos que permaneciam. Em um período chuvoso essa situação pode gerar feições erosivas.

Figuras 5.9 e 5.10 - Loteamento Residencial Vitória, Cidade Gaúcha, em maio de 2014 e janeiro de 2015



Fotografias - Felipe R. Macedo

Por telefone, um funcionário da Prefeitura Municipal de Cidade Gaúcha informou, em 15 de janeiro de 2015, que o loteamento não possuía a documentação necessária junto

ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e as obras foram suspensas até a regulamentação.

#### 5.4.3 Zona de instabilidade potencial

A figura 5.11, no ponto 5, entre a zona de instabilidade potencial e declarada, mostra uma feição erosiva com a presença de água, sendo aterrada, em uma tentativa de controle da erosão remontante no local da ZIP oeste.

A Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012b), no artigo 4º, considera área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, as que atendem o inciso IV “descreve as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.”

A Lei Municipal 1.609/2005, (CIDADE GAÚCHA, 2005b), no artigo 7º, delimita as áreas não parceláveis do município, no inciso VI, que também proíbe a ocupação em áreas que possuam nascentes, mesmo os chamados “olhos d’água”, seja qual for sua situação topográfica, num círculo com raio de cinquenta metros marcados a partir da nascente.

Figura 5.11 - Aterramento da feição erosiva em área urbana



Fotografia - Felipe R. Macedo (25/06/2014)

Foram realizadas medições no local, a fim de descobrir a distância entre as casas e a rua próxima da nascente onde ocorre a feição erosiva para constatar se a área está adequada segundo da legislação vigente. Como a rua próxima não possui asfaltamento nem a delimitação das calçadas, foi utilizado como referência o poste de luz como divisor do que era calçada para o que era rua. A primeira medida apontou 15 metros entre a erosão e o poste. Na segunda medida do poste ao muro da residência foram mais 7,4 metros. Assim, chega-se à conclusão que as casas e terrenos estão a aproximadamente a 23 metros da feição erosiva e de uma nascente.

A situação das moradias atualmente, segundo a lei federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012b) e a lei municipal 1.609/2005 (CIDADE GAÚCHA, 2005b) é irregular, mas pode

não representar a ilegalidade na ocupação original dos terrenos, ou seja, a liberação de construção pela prefeitura pode ter sido feita em um período em que a nascente e a erosão estavam mais afastadas (50 metros) do que atualmente, assim a ocupação estaria regular com base na lei vigente à época. Portanto, com base nesses dados não é possível afirmar que a ocupação desses terrenos seja irregular.

#### 5.4.4 Zona de instabilidade declarada

As Figuras 5.12 e 5.13 (ponto 6) apresentam o rio Itaoca, que é o principal afluente do rio Ivaí no município. Essas duas imagens, na zona rural, mostram o rio Itaoca encaixado no arenito da Formação Caiuá. Sendo a Figura 5.12 capturada pelo sistema *Google Street View* em novembro de 2011 e a figura 5.13, mostra o mesmo local em janeiro de 2015. As maiores diferenças entre as duas imagens foram no trabalho erosivo do rio em sua margem direita e a deposição na margem esquerda, está pouco perceptível nas fotografias.

Figura 5.12 e 5.13 - Rio Itaoca em novembro de 2011 e janeiro de 2015, respectivamente



Fotografia - *Google Street View* (2011)  
Fotografia - Felipe R. Macedo

O ponto 7 perto do córrego Ipiranga (zona rural), cerca de 45 metros a montante do encontro das águas com o rio Itaoca, mostra o córrego em um nível elevado. No local do ponto (figuras 5.14 e 5.15), em que a estrada cruza o córrego, a vegetação nas margens estava caída de um lado e um processo erosivo do outro lado, o que indicou que o córrego atravessou por cima da estrada. Como nesse ponto não existe uma ponte, apenas o duto de concreto aterrado, surgem alguns questionamentos de como a quantidade de chuva dos últimos dias extrapolou a tubulação. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015), as chuvas nos 14 primeiros dias de 2015 chegaram a 177 mm, ou seja, 93% acima da média para esses dias, segundo os dados da AGUASPARANÁ (2015). Portanto, as chuvas de verão, aliadas com o fato de o córrego Ipiranga receber boa parte das águas pluviais provenientes da área urbana, o que podem trazer resíduos sólidos urbanos e

resíduos construção e demolição, que facilitam o bloqueio da passagem da água pela tubulação, pode ser uma das causas para o transbordamento do córrego acima da estrada.

A coloração turva da água tanto no córrego Ipiranga quanto no rio Itaoca e por ausência de odor no local, poderia ser oriunda de sedimentos que foram transportados para os corpos d'água, conforme apresentou o ponto 3 (Figuras 5.7 e 5.8).

Figuras 5.14 e 5.15 - Baixo curso do córrego Ipiranga



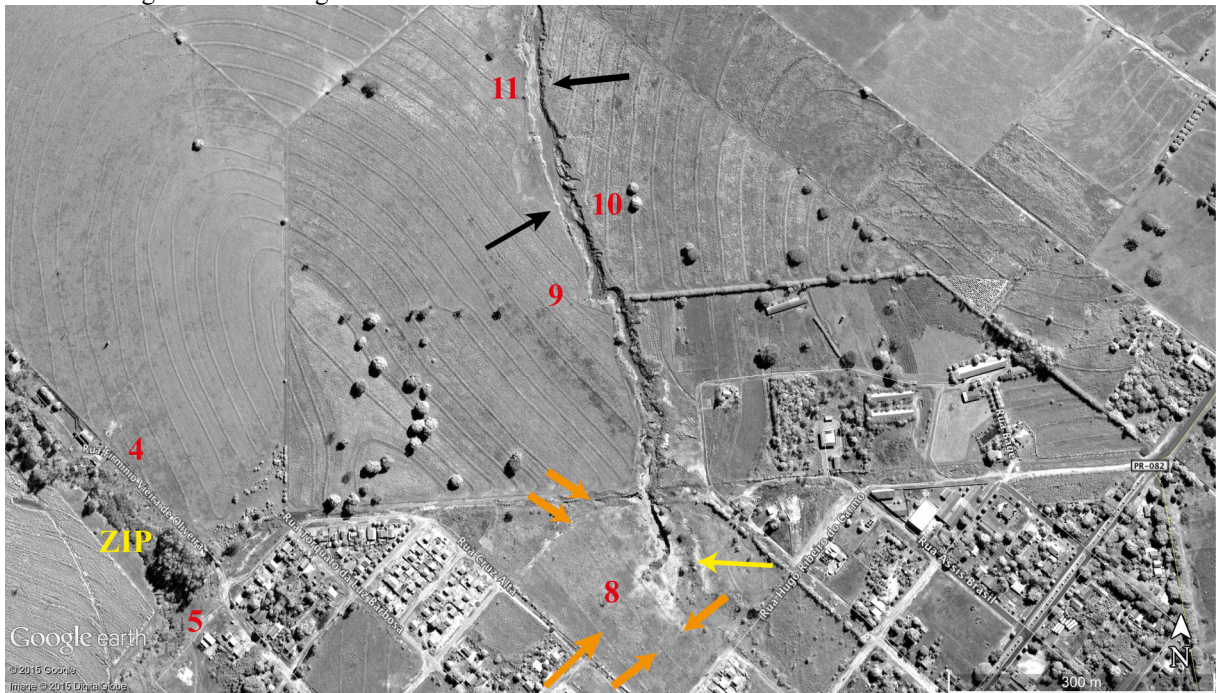
Fotografias - Felipe R. Macedo. (15/01/2015)

Os pontos 8 a 11 são originários de uma mesma feição erosiva na zona urbana. Nóbrega *et al.* (2003) recomendaram que para a zona de instabilidade declarada que os processos erosivos ativos devem ser corrigidos e contidos através de obras específicas, quando necessário, e do controle da drenagem superficial e subterrânea, reflorestamento das áreas marginais para evitar a evolução remontante dos processos. Porém, aparentemente, o único local que recebeu cuidados foi o ponto 8, onde, por visualização em imagens de satélite de maio de 2009 (figura 5.16), constatou-se que a feição erosiva no local era muito maior do que atualmente e em janeiro de 2012 (figura 5.17) já haviam sido feitas obras de controle. Nesta imagem foi possível verificar a presença de solo mais claro (setas laranjas), acumulado ao longo das curvas de nível e na área mais baixa de deposição, onde já havia retomado uma pequena feição erosiva (seta amarela). Essa coloração se assemelha com a encontrada no solo do canal no ponto 3 (figura 5.8) e com a cor das águas do córrego Ipiranga na figura 5.15 e do rio Itaoca, figura 5.13, o que demonstra que a cor das águas nesses pontos é devido, provavelmente, ao transporte de materiais em superfície.

Na imagem de março de 2014, figura 5.18, este solo mais claro estava bastante reduzido a apenas duas áreas (setas laranjas), ao longo de uma mesma curva de nível, restando apenas um solo de coloração mais escura, o que pode ter relação com a migração da argila encontrada por Cunha (2002).

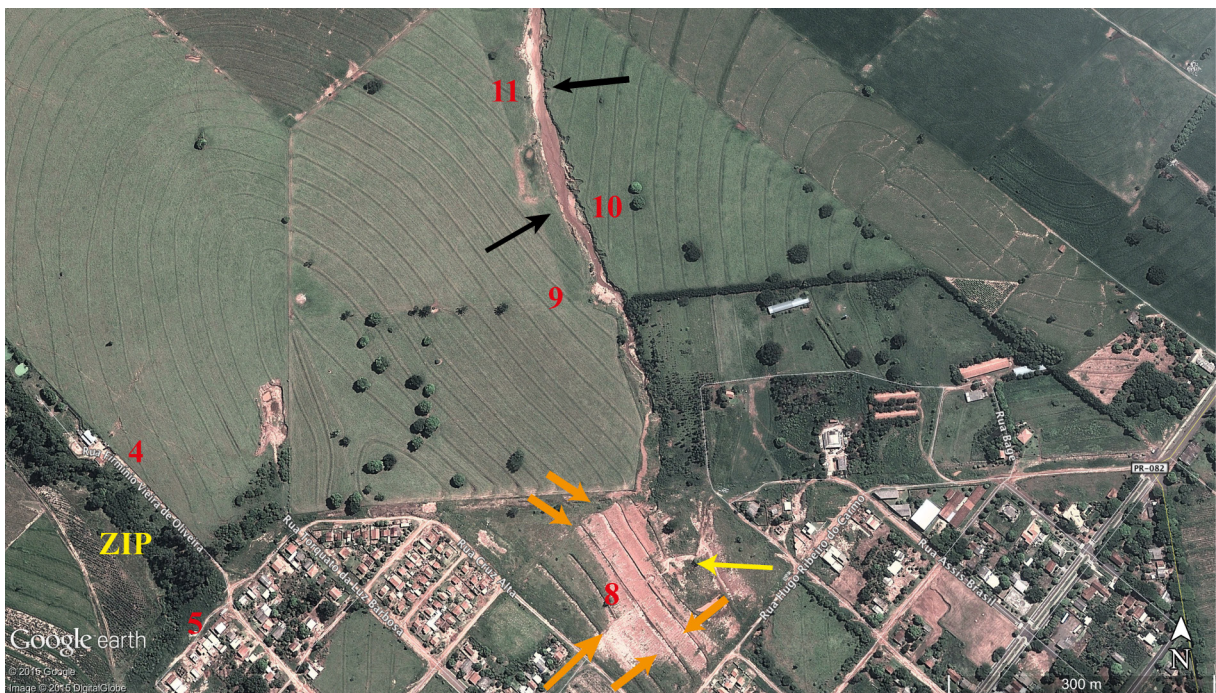
As setas pretas indicam os pontos nos quais o leito da feição erosiva se aprofunda na imagem de 2014 em comparação com as de 2012 e 2009.

Figura 5.16 - Imagem de Satélite de Cidade Gaúcha em maio de 2009



Fonte – Google Earth (2015)

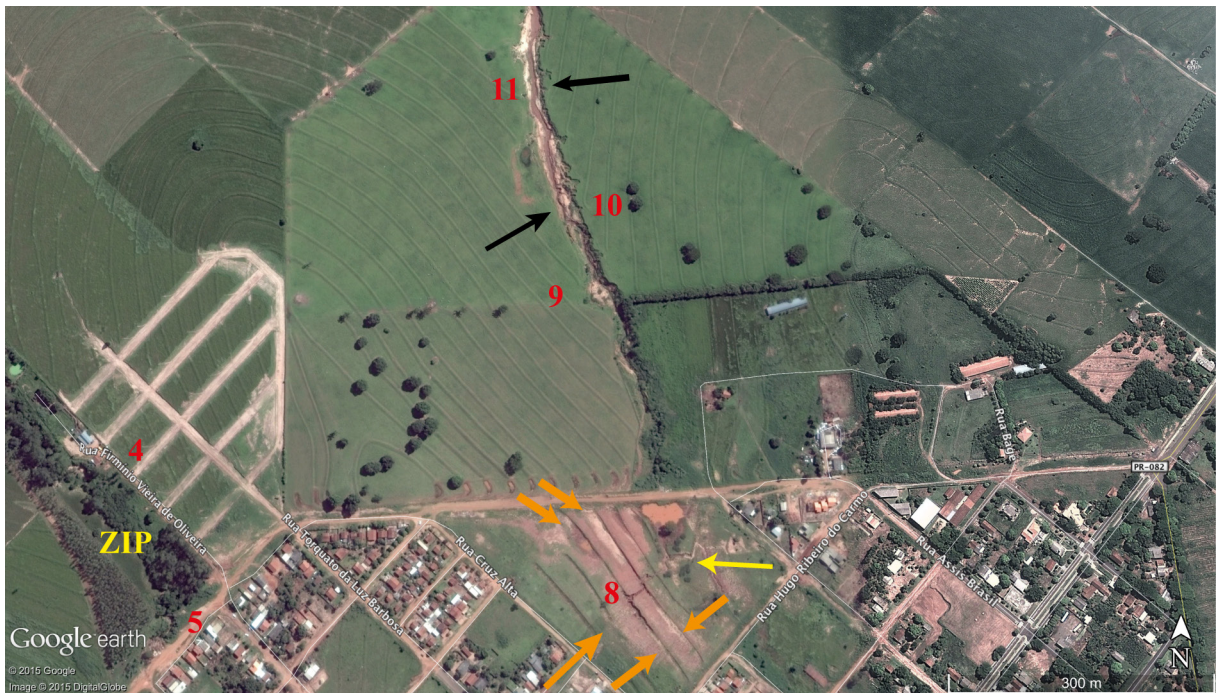
Figura 5.17 - imagem de satélite de Cidade Gaúcha em janeiro de 2012



Fonte – Google Earth (2015)



Figura 5.18 - Imagem de satélite de Cidade Gaúcha em março de 2014



Fonte – Google Earth (2015)

Cunha (2002) apontou que nos Argissolos de Cidade Gaúcha, ocorrem um acréscimo de argila, em profundidade superior a 50 centímetros, e ao mesmo tempo uma diminuição dos espaços vazios do solo, devido à mudança granulométrica nessa profundidade, ocupados pela argila.

A consequência dessa característica se dá por uma rápida infiltração das águas nos horizontes superficiais, porém quando atinge esse horizonte, de ganho de argila, ela tende a infiltrar mais devagar o que causa o escoamento superficial. Em solos desprotegidos de vegetação, essa característica tende a provocar a erosão laminar, em casos mais graves pode transportar todo o horizonte, como apontou as figuras 5.17 e 5.18.

Tendo esse processo ocorrido na área, os horizontes superiores acabaram sendo transportados durante as chuvas, expondo os horizontes, de ganho de argila, que são mais resistentes à infiltração da água e a cada nova chuva sofrem com o impacto das gotas que provocam o fechamento dos poros, impedindo assim a infiltração da água e favorecendo o escoamento superficial o que potencializa o processo erosivo. Parte das águas pluviais que chegam a esse ponto são oriundas da Avenida Souza Naves, localizada cerca de cem metros acima da feição erosiva.

O ponto 8 (figura 5.19) localiza-se no setor norte da área urbana, onde vem ocorrendo o desenvolvimento de uma feição erosiva. Nesse ponto o rompimento das curvas de nível, devido ao acúmulo de água, formou um grande ravinamento. A profundidade pode atingir 7 metros, maior do que a apresentada na imagem. Na parte inferior, ocorre o depósito do material erodido.

Figura 5.19 - Feição erosiva no setor norte da área urbana de Cidade Gaúcha - PR



Fotografia - Felipe R. Macedo (15/01/2015)

A figura 5.20 mostra o ponto 9 que está cerca de 300 metros do ponto 8, na divisa da zona de expansão urbana com a zona rural. A feição erosiva apresentada é uma sequência da feição mostrada na figura 5.19. Neste ponto a erosão atingiu 29 metros de largura e um agravante considerado na análise foi a presença de pisoteio do gado.

Figura 5.20 - Feição erosiva na zona de expansão urbana de Cidade Gaúcha – PR



Fotografia - Felipe R. Macedo. (25/06/2014)

No ponto 10 (Figura 5.21), houve um aumento na profundidade da feição erosiva em relação a 2012 e 2009 com base nas imagens de 2014 (figura 5.18), 2012 (figura 5.17) na de 2009 (figura 5.16), elas mostram a evolução na profundidade (setas pretas).

Figura 5.21 - Aprofundamento da feição erosiva de Cidade Gaúcha – PR



Fotografia – Felipe R. Macedo (25/06/2014)

O ponto 11 (figura 5.22) mostra o trecho onde o processo erosivo atinge a maior largura ultrapassando os 30 metros. A presença de fragmentos de uma construção pode indicar que a obra para o controle da erosão que existia na área foi destruída. Esse trecho encontra-se a 630 metros da área urbana atual.

Figura 5.22 - Trecho com mais de 30 metros da feição erosiva de Cidade Gaúcha - PR



Fotografia - Felipe R. Macedo. Data: (25/06/2014)

Das três áreas, mapeadas como Zonas de Instabilidade Potencial e Declarada na área urbana, o ponto 12, na ZIP leste, figura 5.23, localizou-se na bacia do córrego Palmital, diferente dos pontos 4, 5 e 8 a 11, que estavam na bacia do córrego Ipiranga.

Esse ponto não apresentou maiores problemas erosivos, porém o bairro no entorno é composto de grandes áreas vazias e algumas chácaras. O baixo índice de ocupação auxilia

na infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e o desenvolvimento de feições erosivas, que ficaram restritos as ruas sem pavimentação.

Figura 5.23 - Zona de Interesse à Preservação leste do quadro urbano de Cidade Gaúcha - PR



Fotografia - Felipe R. Macedo. Data (15/01/2015)

Neste ponto 12 foi verificado o não cumprimento do que preconiza a lei municipal nº 1.636/2005 (CIDADE GAÚCHA, 2005c) de zoneamento, uso e ocupação do solo, segundo a qual o objetivo das ZIPs é a implantação de parques lineares, destinados às atividades de recreação e lazer, à proteção de matas ciliares, a facilitar a drenagem urbana e a preservar áreas críticas. Mesmo não apresentando grandes problemas, esse ponto ainda requer cuidados por parte dos órgãos públicos no que se refere ao controle do escoamento superficial no bairro do entorno e a correta condução e lançamento dessas águas no córrego Palmital, a fim de se evitar o surgimento de feições erosivas.

Deste modo, as áreas rurais com pastagens mostraram que, apesar da presença de alguns problemas com erosões, elas estão relativamente controladas, não necessitando de cuidados maiores do que aqueles já tomados para evitar os processos erosivos. Esta conservação provavelmente está relacionada com as práticas indicadas no Programa conhecido como Paraná Rural, implementado entre fevereiro de 1989 e março de 1997. A formulação do Programa elencou-se no diagnóstico de que, no Paraná, o principal problema em recursos naturais é a erosão hídrica, que leva à degradação e perda de solo, redução da produtividade e da produção, e provoca enchentes e poluição dos mananciais, elevando o custo de tratamento da água para o consumo doméstico. Em consequência, o Programa tinha a intenção de recuperar, manter e até elevar a capacidade produtiva do solo, garantindo, ao mesmo tempo, a qualidade da água (FLEISCHFRESSER, 1999).

A autora ainda explica que o programa se concentrava em três pontos básicos: aumento da cobertura vegetal do solo, aumento da infiltração de água no perfil do solo e controle do escoamento superficial. Para tanto, era estimulado, entre os produtores

rurais, o uso de práticas e técnicas agronômicas que visavam a elevação da produção vegetal, como o preparo do solo, calagem, rotação de culturas, adubação verde e manejo de pastagens. Foram também propostas ações de engenharia para controlar o escoamento superficial das águas, nos casos em que as práticas agronômicas não eram suficientes. Entre elas, a construção de barreiras, tais como o terraceamento (curvas de nível), de condutores e outras que assegurassem a redução na velocidade da água, sua capacidade de transporte, paralisação do movimento ou sua condução segura. Enquadrava-se também a adequação das estradas rurais, fora e dentro das propriedades. Já nas áreas rurais com cana-de-açúcar foi constatado o transporte de materiais em superfície, o que pode causar um assoreamento dos corpos d'água.

No entanto, são as zonas urbanas e de expansão urbana que possuem os maiores problemas ambientais observados, como a deposição de resíduos domésticos próximos às nascentes e outros tipos de resíduos sólidos que podem acarretar na possível contaminação dos corpos d'água. Além da presença de feições erosivas e algumas tentativas sem sucesso de controle.

### **5.5 Diretrizes de ocupação**

Em função dos resultados obtidos com o mapeamento de zonas de riscos à erosão em Cidade Gaúcha em 1994, Nóbrega *et al.* (2003) recomendaram adoção de diretrizes para as novas ocupações, de acordo com as características específicas de cada zona, considerando as necessidades de expansão da área urbana. As recomendações apresentadas são dirigidas aos novos loteamentos com fins habitacionais.

Destacam-se, para a implantação e consideração de novos loteamentos, três principais etapas: a concepção (projeto), a implantação e a manutenção por zona de riscos, segundo Nóbrega *et al.* (2003):

- a) Zona de Instabilidade Declarada - recomendável o controle dos processos, a recuperação das áreas degradadas e a sua manutenção como áreas de proteção ambiental.
- b) Zona de Instabilidade Potencial - recomendável que cada projeto tenha corresponsabilidade de profissionais especialistas em geotécnica.
- c) Zona de Estabilidade Precária - apesar de não apresentar restrições à ocupação, face às condições de declividade e de solos associados, deve ser observado um cuidado especial com a drenagem superficial, evitando-se a sua concentração;
- d) Zona Estável - Esta zona é favorável à ocupação, contudo, dada a grande susceptibilidade erosiva dos solos, também devem ser tomados os cuidados necessários para o controle do escoamento superficial.

Em área com características do meio físico semelhantes, Souza (2001) apresentou algumas medidas preventivas e mitigadoras como:

- Proteger os taludes com revestimento vegetal imediatamente após a realização do corte, bem como manter a cobertura vegetal dos terrenos não edificados;
- Realizar a instalação completa da infraestrutura básica (traçados viários, obras de microdrenagem e pavimentação) nos bairros periféricos;
- Proceder, em todas as sub-bacias, no período de estiagem, à inspeção, manutenção e limpezas nas obras de micro e macrodrenagem instaladas;
- No dimensionamento das obras de micro e macrodrenagem, deve ser considerada a possibilidade de ocorrência de episódios extremos nas distribuições dos eventos pluviométricos;
- O Poder Público, em parceria com as instituições educacionais de níveis fundamental, médio e superior, associações de bairros, cooperativas agrícolas, etc., deverão promover palestras, minicursos, cartilhas explicativas, folhetos, etc., com o intuito de desenvolver no cidadão uma consciência voltada para os processos erosivos, a fim de que determinadas práticas, realizadas normalmente pela população sem critérios técnicos definidos, possam ser evitadas. Como por exemplo, a prática do aterramento das feições erosivas, utilizando-se diversos tipos de lixos (principalmente, os resíduos de materiais de construção).

As medidas estruturais correspondem às obras que podem ser implantadas visando à correção e/ou prevenção dos problemas decorrentes de enchentes. Já as medidas não estruturais são aquelas em que se procura reduzir os danos ou as consequências das inundações, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos de drenagem (CANHOLI, 2005)

As medidas estruturais se dividem em dois tipos: intensivas como canalização, retificação, e etc. que são mais específicas para o controle de enchentes e extensivas essas, em grande parte, servem também para o controle de erosão com apontado por Botelho (2011). Alguns exemplos são a contenção de encostas e margens de rios, captação de água da chuva, ampliação de áreas verdes, utilização de pisos permeáveis e aproveitamento das águas servidas.

As obras de contenção de encostas e margens de rios podem ser feitas através de técnicas mecânicas, que utilizam estruturas como cimento, rochas, pneus ou técnicas vegetativas, ou ainda uma combinação entre elas. A criação de áreas verdes no meio urbano inclui: reflorestamento, especialmente de Áreas de Preservação Permanente (APPs), tanto

de cumeadas quanto de margens de rios; criação e ampliação de parques urbanos. A criação, a ampliação e a manutenção dessas áreas propiciam a diminuição do escoamento superficial e o aumento da infiltração da água, contribuindo no equilíbrio hidrológico da bacia e na qualidade ambiental. É necessário, do ponto de vista da conservação da biodiversidade, que abriguem espécies vegetais nativas e frutíferas, de interesse para determinadas espécies animais que se deseja atrair. Do ponto de vista hidrológico, é preciso ampliar as áreas de cobertura vegetal, ainda que de gramíneas, e diminuir as áreas cimentadas (BOTELHO, 2011)

A autora também explica que a arborização das vias nas áreas urbanas é uma medida simples e que pode trazer benefícios, não só em termos estéticos e paisagísticos. O principal benefício da arborização urbana em termos hidrológicos refere-se ao aumento das possibilidades de caminhos ou componentes do ciclo da água: interceptação e armazenamento de parte das chuvas pela copa das árvores de onde ela pode ser evaporada, escoamento pelo tronco, aumento da infiltração, diminuição do escoamento superficial e alimentação do lençol freático. Outros benefícios são: sombreamento, redução da temperatura do piso, atenuação de ruídos, melhoria da qualidade do ar e valorização estética da via. A arborização urbana exige planejamento prévio e precisa considerar o espaço disponível nas calçadas (sua largura e recuo predial), canteiros centrais de avenidas e rotatórias, a presença ou ausência de fiação aérea e outros equipamentos urbanos.

Galerani *et al.* (1995) explicam que a pavimentação é uma parte importante no controle de erosão urbana, porque evita o escoamento sobre as ruas desprotegidas, que pode causar novas erosões. O tipo de pavimentação varia de acordo com o tráfego, porém, deve-se procurar, sempre que possível, a adoção de pavimentos permeáveis.

Para Suzuki *et al.* (2013) os pavimentos permeáveis possuem certas vantagens em relação aos demais sistemas de drenagem, sendo as principais:

- Reduzem o volume total de água que entraria na rede de drenagem;
- Podem ser utilizados onde não há rede de drenagem que possa absorver o escoamento proveniente do empreendimento;
- Evitam gastos com a ampliação da rede de drenagem;
- As construções dos dispositivos de infiltração são, normalmente, simples e rápidas;
- Os custos em toda sua vida útil podem ser menores que em outros sistemas de drenagem.

Os autores ressaltam que o uso de pavimentos permeáveis pode ser restritivo em regiões de clima frio, devido ao entupimento e trincamento pelo congelamento; em regiões áridas, devido à alta amplitude térmica; em regiões com altas taxas de erosão eólica, devido ao grande acúmulo de sedimentos na superfície; e em áreas de recarga de aquíferos elevados.

A utilização do pavimento permeável é restrita, requerendo solos permeáveis profundos, tráfego leve e o uso de terrenos adjacentes (SUZUKI, *et al.*, 2013).

No Paraná, com a extinção da SUCEAM em 1996 (PARANÁ, 1996), que coordenava diretamente o controle de erosão no estado, foi lançado em 2013 o Programa de Ressocialização e Combate à Erosão Urbana (PROCEU). Este programa visa o fornecimento dos tubos de concreto para os municípios realizarem as obras necessárias no controle de erosão urbana e está ligado ao Instituto de Águas do Paraná.

Os tubos de concreto são fabricados em três unidades, nos municípios de Cruzeiro do Oeste, Arapongas e Paranaíba. No lançamento do projeto já havia 280 municípios inscritos no programa que propicia, a fundo perdido, o equivalente a R\$ 150 mil em tubos de diferentes tamanhos de 60 centímetros a 1,20 metro (AEN, 2013).

Ainda, segundo a Agência de Notícias do Paraná (AEN, 2013), os tubos são fabricados por 150 funcionários, sendo desses 105 detentos do regime semiaberto. Na fabricação as prefeituras podem comprar os tubos ou fornecer o material para sua fabricação. O Instituto de Águas do Paraná fica também encarregado de acompanhar a obra e fornecer orientações técnicas, zelando para que seja realizada de modo a atender a população. O fornecimento dos tubos é de grande auxílio para os municípios que enfrentam os problemas erosivos, porém apenas isso não garante a qualidade da obra, assim o instituto também, orienta as prefeituras na realização das mesmas.

De acordo com Gribbin (2015) deve haver um cuidado especial a ser considerado no projeto da tubulação de lançamento de águas pluviais no corpo receptor ou ponto de lançamento final do sistema de drenagem. Esse é o ponto onde as águas pluviais captadas são descarregadas do sistema para o corpo receptor e é nele que pode ocorrer a maioria dos danos por erosão do solo. Uma parte importante do processo é a escolha de um método para proteger a superfície do solo onde quer que as velocidades sejam destrutivas. Existem vários métodos para controlar a erosão por águas pluviais:

- a) Reduzir a velocidade no lançamento - Isso pode ser feito reduzindo-se a declividade do último trecho de tubulação antes do lançamento;
- b) Dissipadores de energia - Em casos de velocidade muito alta, blocos dissipadores especialmente projetados podem ser colocados na saída para criar uma perda de carga e, conseqüentemente, reduzir a velocidade;
- c) Bacia de dissipação - Uma depressão na superfície do solo pode ser providenciada na saída para absorver a energia excessiva da descarga.
- d) Enrocamento - é um revestimento de rochas que cobre o solo vulnerável para proteger sua superfície e ao mesmo tempo diminuir a velocidade de descarga.
- e) Malha para controle de erosão - Uma grande variedade de produtos comerciais consiste em malhas, instaladas no solo para proteger a superfície



e fixar uma cobertura vegetal conforme ela cresce.

- f) Gramado - Trata-se da aplicação de faixas de grama no solo vulnerável, para fornecer um revestimento de grama sem a desvantagem de cultivá-la a partir de sementes. Esses revestimentos protetores costumam ser eficazes, mas requerem gastos elevados e mão de obra especializada.

Essas recomendações visam a orientação para o Poder Público e para a população em geral para a realização de obras para o controle das erosões presentes na área urbana já apresentadas. Estudos específicos devem ser realizados a fim de obter o melhor resultado ao menor custo possível para determinadas áreas, partindo-se do princípio das recomendações de ocupação ora apresentadas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises das cartas do Zonas de Risco à Erosão (1994), de Zoneamento Urbano (2005), das outras cartas elaboradas e dos trabalhos de campo foi concluído: na área rural que circunda a área urbana não foram constatados graves problemas erosivos. Muitas das pastagens ainda mantêm as recomendações do programa Paraná Rural (pontos 1 e 2). Já nas áreas de cana-de-açúcar, pontos 3, 6 e 7, foram encontrados problemas de erosão laminar e os sedimentos oriundos das erosões estão, provavelmente, sendo transportados até os corpos d'água, o que requer melhores práticas conservacionistas.

Os principais problemas erosivos em Cidade Gaúcha estão localizados tanto na zona urbana quanto na zona de expansão urbana. Três áreas foram identificadas, na época, como problemáticas dentro da zona urbana. O Plano Diretor Municipal de 2005 instituiu uma zona de expansão urbana que compreende uma faixa de 300 metros em todas as direções da zona urbana atual, nesta pesquisa essas três áreas foram abrangidas pelos pontos 4, 5, 8 a 12.

O ponto 4 em um novo loteamento que possui as ruas principais no sentido da vertente, favorece o escoamento das águas pluviais que atingem o final do sistema hídrico com maior velocidade, esse lançamento final sem um projeto adequado pode causar o solapamento e desmoronamento das margens do córrego. Segundo informações obtidas na Prefeitura Municipal de Cidade Gaúcha, esse loteamento teve as obras suspensas devido à falta de documentação junto ao IAP.

No ponto 5 foi identificado um loteamento próximo de uma erosão remontante, em uma via não asfaltada. A feição erosiva encontra-se por volta de 23 metros das casas, com a presença de uma nascente, o que não necessariamente configura em uma violação da lei federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012b) que determina um raio de 50 metros de uma nascente perene, tendo em vista a falta de informações sobre a posição da feição erosiva e da nascente na época da liberação do loteamento.

No ponto 8 está ocorrendo a reativação de uma feição erosiva. As obras realizadas para o controle não surtiram os efeitos desejados. A vegetação, que auxiliaria na infiltração da água, é inexistente. Os horizontes superficiais foram carreados e os horizontes inferiores com maior presença de argila possuem baixa capacidade de infiltração, provocando o escoamento superficial e por consequência a feição erosiva.

O ponto 9 se localiza na divisa da zona de expansão urbana com a zona rural, a feição erosiva apresenta-se com aproximadamente 29 metros de largura.

Nos pontos 10 e 11 a feição erosiva, originada no ponto 8, está com a tendência atual de aprofundamento do leito. A presença de gado dentro da feição erosiva está por tornar mais grave o problema.

O ponto 12, é o que se apresentou melhor conservado, influenciado pela criação

de uma ZIP, presente também no ponto 4, e com a baixa ocupação das ruas próximas, o que auxilia na infiltração das águas pluviais.

Como apresentado, existem várias possibilidades de controle das erosões existentes e de prevenção de novas erosões como as medidas estruturais extensivas, buscando o aumento da infiltração da água na área urbana e as não estruturais, que visam a introdução de normas, regulamentos e programas para, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos de drenagem.

O atual PROCEU do governo estadual fornece os tubos para a drenagem urbana no controle de erosões é de grande auxílio para os municípios que sofrem com problemas erosivos. Porém, é necessário um cuidado ao final do sistema de drenagem, para que a velocidade das águas não cause novas feições erosivas.

Em comparação com a PNPDEC, o mapeamento realizado em 1994 foi de ótima qualidade, não somente na marcação das zonas, mas também nas diretrizes de ocupação. Todos os problemas encontrados atualmente foram, provavelmente, acelerados pela falta de aplicação do mapeamento geotécnico, mesmo nas áreas estáveis, onde foi recomendado o controle do escoamento superficial.

Portanto, frente à atual política, mesmo sendo recomendado o mapeamento com escalas de 1:10.000 ou maior, o mapeamento geotécnico de 1994 ainda cumpre bem o seu papel passados 20 anos de sua realização. A sua aplicação atualmente teria utilidade na escolha de áreas para os novos loteamentos e empreendimentos diversos, principalmente, na zona de expansão urbana.

## REFERÊNCIAS

- ABAD FERNANDEZ, J.; DEL MORA, J.; PEÑA PINTO, J. L. Spanish experience of geotechnical cartography in an urban area. *Bulletin de l'Association Internationale de Geologie de l'Ingenieur*, Krefeld, n. 19, p. 79-84, 1979.
- ABAD FERNANDEZ, J.; PEÑA PINTO, J. L.; PERNÍA LLERA, J. M. Large scale 1:1.000 - 1:5.000 geotechnical mapping by the Instituto Geológico y Mineiro de España. *Bulletin de l'Association Internationale de Geologie de l'Ingenieur*, Krefeld, n. 21, p. 83-91, 1980.
- AEN. Agência de Notícias do Paraná *Programa do Governo do Estado combate erosão nos municípios*, 2013. Disponível em: < <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=75192> >. Acesso em 17 de Janeiro de 2015.
- AGUASPARANÁ. Instituto das Águas do Paraná *Sistemas de informações hidrológicas* Curitiba, 2015. Disponível em: < <http://www.aguasparana.pr.gov.br> >. Acesso em 16 de Janeiro de 2015.
- ALCOPAR. Associação de Produtores de Bioenergia do Estado do Paraná Maringá, 2011. Disponível em: < <http://www.alcopar.org.br/associados/relacao.php> >. Acesso em 12 de Janeiro de 2015.
- ANDRADE, R. F. *Mapeamento geotécnico preliminar em escala de semi-detalhe (1:25000) da área de expansão urbana de Uberlândia - MG*. 2005. 69 f, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: informação e documentação: referências: apresentação*. Rio de Janeiro, 2002a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação*. Rio de Janeiro, 2002b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6028: informação e documentação: resumo: apresentação*. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12225: informação e documentação: título de lombada*. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação*. Rio de Janeiro, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6024: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação*. Rio de Janeiro, 2012a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6027: informação e documentação: sumário: apresentação*. Rio de Janeiro, 2012b.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. 6ª Ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355 p.
- BHERING, S. B., et al. *Mapa de Solos do Estado do Paraná*. Brasília: EMBRAPA, 2007. Escala 1:250000.
- BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. *Visão Integrada da problemática da erosão*. Curitiba: Associação de Defesa e Educação Ambiental e Associação Brasileira de

Geologia de Engenharia, 1985. 329 p.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). *Geomorfologia urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BRASIL. Parcelamento do Solo Urbano. Brasília, 1979.

BRASIL. Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. *Estatuto da Cidade*. Brasília, 2001.

BRASIL. Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil. Brasília, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. *Política nacional de proteção e defesa civil*. Brasília, 2012a.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. *Código florestal brasileiro*. Brasília, 2012b.

CANHOLI, A. P. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302 p.

CAVALCANTI, A. S. Vilas rurais do Paraná: forma de assentamento em busca de um teto e de uma propriedade. *Akrópolis - Revista de Ciências Humanas da UNIPAR*, Umuarama, v. 9, n. 4, p. 197-204, 2001.

CAVALCANTI, A. S. As vilas rurais do paraná: experiência em assentamento planejado. In: IV Congresso internacional de História. 2009, Maringá, *Anais...* Maringá: UEM. p. 1511-1523.

CHAMPETIER DE RIBES, G. Le cartographie des mouvements de terrain: des ZERMOS aux PER. *Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées*, Paris, n. 150/151, 1987.

CHIOSSI, N. *Geologia de engenharia*. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013. 424 p.

CIDADE GAÚCHA. Lei 1.600/2005. *Plano diretor municipal*. Cidade Gaúcha, 2005a.

CIDADE GAÚCHA. Lei 1.609/2005 *Parcelamento do Solo Urbano*. Cidade Gaúcha, 2005b.

CIDADE GAÚCHA. Lei 1.636/2005 *Zoneamento, uso e ocupa o do solo*. Cidade Gaúcha, 2005c.

COELHO, M. G.; MACEDO, F. R. Padrões de drenagem e dire es preferenciais em canais fluviais de primeira ordem. In: I Simpósio Nacional de Métodos e técnicas da Geografia e XXII Semana de Geografia. 1, 2013, Maringá, *Anais...* Maringá: DGE-UEM, 2013. 786-797.

COLANGELO, A. C. Geografia Física, pesquisa e ciência geográfica. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, v. 16, p. 9-16, 2004.

CUNHA, J. E. *Funcionamento hídrico e suscetibilidade erosiva de um sistema pedológico constituído por Latossolo e Argissolo no município de Cidade Gaúcha-PR*. 2002. 175 f, Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

DAEE/IPT. *Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orienta es para o controle de bo rocas urbanas*. São

Paulo: DAEE/IPT 1989. 92 p.

DE BIASI, M. Carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 6, p. 45-60, 1992.

DINIZ, N. C. Cartografia geotécnica por classificação de unidades de terreno e avaliação de suscetibilidade e aptidão. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 29-77, 2012.

DSG. Diretoria de Serviço Geográfico *Região Sul do Brasil Rondon Folha SF-22-Y-C-III-3*. Brasília: DSG, 1989. 1 mapa, Escala 1:50000.

EMBRAPA. *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento - normas em uso pelo SNLCS*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1988. p.

FELTRIN, T. F.; JUNIOR, A. A. R. Lei 12.608/12: Instrumento de auxílio à gestão da logística humanitária no enfrentamento de desastres causados por fenômenos naturais. In: IX Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração. 2012, *Anais...* 2012. 13 p.

FERNANDES, L. A. *A cobertura pedológica cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá*. 1992. 188 f, Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FERREIRA, J. C. V. *Municípios paranaenses : origens e significados de seus nomes*. Curitiba: Secretaria de Estado da Cultura, 2006. 342 p.

FLEISCHFRESSER, V. Políticas públicas e a formação de redes conservacionistas em microbacias hidrográficas: o exemplo do Paraná rural. *Revista paranaense de desenvolvimento*, Curitiba, n. 95, p. 61-77, 1999.

FLORENZANO, T. G. Introdução à geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 11-30.

FOTH, H. D. *Fundamentals of soil science*. 8ª Ed. New York: John Wiley & Sons, 1990. 380 p.

GALERANI, C., et al. Controle da erosão urbana. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L. e BARROS, M. T. (Org.). *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: ABRH, 1995. p. 349-385.

GASPARETTO, N. V. L.; NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. *Caracterização do meio físico subsídios para o planejamento urbano e periurbano - Cartas de zonas de riscos Cidade Gaúcha - PR*. Maringá: DGE/UEM-SUCEAM/FAMEPAR, 1994. 47 p. (Notícia explicativa - inédita).

GRIBBIN, J. E. *Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais - Tradução da 4ª edição norte-americana*. 4ª Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 526 p.

GROTZINGER, J., et al. *Understanding Earth*. 5ª Ed. Houndmillis: W. H. Freeman and Company, 2007. 600 p.

GUERRA, A. J. T. Início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. (Org.). *Erosão e Conservação dos Solos*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 17-55.

GUERRA, A. J. T. Encostas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). *Geomorfologia urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 13-42.

HUGGETT, R. J. *Fundamentals of Geomorphology*. London: Routledge Taylor & Francis Group, 2007. 483 p.

HUMBERT, M. La cartographie en France des zones exposees a des risques lies aux mouvements du sol - cartes ZERMOS. *Bulletin de l'Association Internationale de Geologie de l'Ingenieur*, Krefeld, n. 16, p. 80-82, 1977.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Censo Demográfico 2010* Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br> >. Acesso em 16 de Junho de 2015.

IBGE. *Manual técnico de uso da terra*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

IBGE. *Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA* Brasília, 2015. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp> >. Acesso em 15 de Janeiro de 2015.

INMET. *Dados estações automáticas*, 2015. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> >. Acesso em 16 de janeiro de 2015.

IPARDES. *Caderno estatístico: município de Cidade Gaúcha*. Curitiba: IPARDES, 2015. 40 p.

ITCG. Instituto de Terras, Cartografias e Geociências *Dados geoespaciais de Referência*, 2013. Disponível em: < <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8#> >. Acesso em 05 de Maio de 2013.

JENNY, H. *Factors of soil formation: A system of quantitative pedology*. New York: McGraw-Hill, 1941. 191 p.

KARLING, G. *Estudo da morfologia e estrutura da cobertura pedológica em cabeceira de drenagem na área rural de Cidade Gaúcha*. 2000. 85 f, Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.

KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la Tierra*. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

LAL, R.; ELLIOT, W. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. (Org.). *Soil erosion research methods*. 2ª ed. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1994. p. 181-208.

LEPSCH, I. F. *Formação e Conservação dos Solos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

LEPSCH, I. F. *19 Lições de Pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. *Métodos em Questão*, São Paulo, n. 1, p. 1-14, 1971.

LIBAULT, A. *Geocartografia*. São Paulo: Ed. Nacional, EDUSP, 1975. 387 p.

MAACK, R. *Geografia física do estado do Paraná*. 4ª Ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526 p.

MACEDO, F. R.; SOUZA, M. L. O Uso do iPad na elaboração de cartas clinográficas. In: VI Congresso Ibero-americano de Estudos Territoriais e Ambientais (CIETA). VI,

2014, São Paulo, *Anais*. São Paulo, 2014. 4898-4916.

MACIEL FILHO, C. L. *Introdução à geologia de engenharia* Santa Maria: Editora da UFSM, 1994. 284 p.

MINEROPAR. Minerais do Paraná S/A *Mapa Geológico do Paraná*. Curitiba: MINEROPAR, 2005. 1 mapa, Escala 1:250000.

MONIZ, A. C. Evolução de conceitos no estudo da gênese do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, p. 349-362, 1996.

MORGAN, R. P. C. *Soil Erosion and Conservation*. 3ª Ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2005. 316 p.

MURATORI, A. M. *Processos interativos entre o relevo e as areias quartzosas no sistema ambiental da região noroeste do estado do Paraná - Brasil*. 1996. 228 f, Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

NAKASHIMA, P. *Sistemas pedológicos da região noroeste do estado do Paraná: Distribuição e subsídios para o controle da erosão. VOL I e II*. 1999. 237 f, Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

NÓBREGA, M. T.; GASPARETTO, N. V. L.; NAKASHIMA, P. Metodologia de cartografia geotécnica de Umuarama - Paraná. *Boletim de Geografia*, Maringá, v. 10, n. 1, p. 5-10, 1992.

NÓBREGA, M. T.; GASPARETTO, N. V. L.; NAKASHIMA, P. Mapeamento de zonas de riscos à erosão de Cidade Gaúcha - PR. In: I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense 2003, Maringá, *Anais...* Maringá: UEM, 2003. p. 101-129.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. (Org.). *Erosão e conservação dos solos*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 57-99.

PANINI, R. L. *Levantamento de uso atual, classificação e caracterização de parâmetros físicos dos solos no campus do arenito*. 2012. 49 f, Monografia (Bacharelado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha, 2012.

PARANÁ. Lei nº 11.352 de 14 de fevereiro de 1996. *Dá nova redação aos artigos 1º, 6º e 10, da Lei nº 10.066, de 27 de julho de 1992 e adota outras providências*. Curitiba, 1996.

PICHLER, E. Boçorocas. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 3-16, 1953.

PORCHER, M.; GUILLOPE, P. Cartographie des risques ZERMOS appliquée à des plans d'occupation des sols en Normandie. *Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées*, n. 99, p. 43-54, 1979.

PRADO, J. P. B.; NÓBREGA, M. T. Determinação de perdas de solo na bacia hidrográfica do Córrego Ipiranga em Cidade Gaúcha, Estado do Paraná, com aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS). *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 27, n. 1, p. 33-42, 2005.

PRANDINI, F. L., et al. Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. In: BITAR, O. Y. (Org.). *Curso de geologia aplicada ao meio ambiente*.



São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia, 1995. p. 187-202.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CIDADE GAÚCHA. 2014. Disponível em: < [www.cidadegaucha.pr.gov.br](http://www.cidadegaucha.pr.gov.br) >. Acesso em 12 de Junho de 2014.

PRUSKI, F. F. Fatores que interferem na Erosão Hídrica. In: PRUSKI, F. F. (Org.). *Conservação do solo e água: Práticas mecânicas para controle da erosão hídrica*. Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 41-74.

RENARD, K. G., *et al.* The revised Universal Soil Loss Equation. In: LAL, R. (Org.). *Soil Erosion: Research Methods*. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1994. p. 105-156.

REVISTA CIDADES DO BRASIL. *Vila Rural Curitiba*, 2001. Disponível em: < <http://cidadesdaobrasil.com.br/cgi-cn/news.cgi?cl=099105100097100101098114&arecod=16&newcod=451> >. Acesso em 24 de Agosto de 2014.

RIBEIRO, V. H. *Mobilidade forçada e exploração da força de trabalho: um olhar para os trabalhadores da cana-de-açúcar do noroeste paranaense*. 2011. 176 f, Dissertação (Mestrado em Geografia). Centro de Ciências Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

ROSS, J. L. S. *Ecogeografia do Brasil: Subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de textos, 2006. 208 p.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: Ambiente e planejamento*. 8ª Ed. São Paulo: Editora Contexto, 2010. 84 p.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e Prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. (Org.). *Erosão e Conservação dos Solos*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 229-267.

SALOMÃO, F. X. T.; IWASA, O. Y. Erosão e a ocupação rural e urbana. In: BITAR, O. Y. (Org.). *Curso de geologia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia, 1995. p. 31-57.

SANTORO, J. Erosão Continental. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J. e AMARAL, R. (Org.). *Desastres Naturais Conhecer para Prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 53-70.

SANTOS, H. G., *et al.* *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3ª Ed. Rev. Ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SCHAETZL, R. J.; ANDERSON, S. *Soils: Genesis and Geomorphology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 827 p.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1975 a 1995. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 1, p. 69-89, 1999.

SHIKIDA, P. F. A.; SOUZA, E. C.; DAHMER, V. S. Agroindústria canavieira e desenvolvimento local: o caso da usina USACIGA no município de Cidade Gaúcha-PR. *Revista de Economia e Agronegócio*, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 133-156, 2008.

SILVEIRA, H. *Modificações antrópicas do solo: influência do uso e manejo e reflexos no meio rural do município de Cidade Gaúcha*. 1997. 95 f, Dissertação (Mestrado

em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1997.

SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. Elaboração do Ábaco Digital Para a Identificação de Classes de Declividade: Aplicações na Baixa Bacia do Rio Piracicaba-SP. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. XIII, 2009, Viçosa, *Anais...* Viçosa: UFV, 2009. 1-10.

SOARES, P. C., *et al.* Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.

SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G. *Guia para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais*. Brasília: 2014. 68 p.

SOUZA, M. L. *Mapeamento geotécnico da cidade de Ouro Preto-MG (escala 1:10.000) - susceptibilidade aos movimentos de massa e processos correlatos*. 1996. 196 f, Dissertação (Mestrado em Geotecnia). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

SOUZA, M. L. *Proposta de um sistema de classificação de feições erosivas voltados à estudos de procedimentos de análises de decisões quanto a medidas corretivas, mitigadoras e preventivas aplicação no município de Umuarama (PR)*. 2001. 284 f, Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

STERNBERG, H. O. Enchentes e movimentos coletivos do solo no vale do Paraíba, em Dezembro de 1948: Influência da exploração destrutiva das terras. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 67-105, 1949.

SUZUKI, C. Y.; AZEVEDO, A. M.; KABBACH JÚNIOR, F. I. *Drenagem subsuperficial de pavimentos: conceitos e dimensionamento*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 240 p.

THOMAS, D. S. G.; GOUDIE, A. *The dictionary of Physical geography*. 3ª Ed. Pondicherry: Blackwell Publishing, 2000. 626 p.

TOLEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, S. M. B.; MELFI, A. J. Intemperismo e formação do solo. In: TEIXEIRA, W., *et al* (Org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 139-166.

WEILL, M. A. M.; PIRES NETO, A. G. Erosão e assoreamento. In: SANTOS, R. F. (Org.). *Vulnerabilidade Ambiental*. Brasília: MMA, 2007. p. 39-58.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. Washington: Science and Education Administration, U.S. Department of Agriculture, 1978. 60 p.

ZAINE, J. E. *Mapeamento geológico-geotécnico por meio do método do detalhamento progressivo: ensaio de aplicação na área urbana do município de Rio Claro (SP)*. 2000. 149 f, Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. *Cartografia geotécnica*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 190 p.