

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS FRANCISCO BELTRÃO
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

EDIANE CRISTINA DALEFFE SCALABRIN

**AVALIAÇÃO DA OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS POR MEIO DE
GEOPROCESSAMENTO NOS BAIRROS INDUSTRIAL, JARDIM
SEMINÁRIO E SÃO CRISTÓVÃO DA CIDADE DE FRANCISCO
BELTRÃO – PR.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2014

EDIANE CRISTINA DALEFFE SCALABRIN

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS DOS BAIROS INDUSTRIAL, JARDIM SEMINÁRIO E SÃO CRISTÓVÃO DA CIDADE DE FRANCISCO BELTRÃO – PR, POR MEIO DE GEOPROCESSAMENTO.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Julio Caetano Tomazoni.

Co-orientador: Prof. Msc. Marlon Henrique Scalabrin.

FRANCISCO BELTRÃO

2014

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC - 2

AVALIAÇÃO DA OCUPAÇÃO DAS ENCOSTAS POR MEIO DE GEOPROCESSAMENTO NOS BAIROS INDUSTRIAL, JARDIM SEMINÁRIO E SÃO CRISTÓVÃO DA CIDADE DE FRANCISCO BELTRÃO – PR.

por

Ediane Cristina Daleffe Scalabrin

Monografia apresentada às **16:00 horas. do dia 20 de fevereiro de 2014** como requisito parcial para obtenção do título de **ENGENHEIRA AMBIENTAL**, Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Banca examinadora:

MsC Adir Silvério Cembranel
UTFPR - Câmpus Francisco Beltrão

Dra. Michelle Milanez França
UTFPR - Câmpus Francisco Beltrão

Dr. Julio Caetano Tomazoni
UTFPR - Câmpus Francisco Beltrão
(Orientador)

Dra. Claudia Castro Bravo
UTFPR – Câmpus Francisco Beltrão
Coordenadora da COEAM

A copia original encontra-se assinada na coordenação de Engenharia Ambiental.

Aos meus pais Jurandi e Margarete e aos meus irmãos por toda força, incentivo e compreensão.

Ao professor Julio Caetano Tomazoni pela atenção e por acreditar em minha capacidade, me ensinando muito além dos limites deste trabalho.

Em especial, ao meu consorte, Marlon Henrique Scalabrin, pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho e por sua atenção e amor, que me motivaram a prosseguir sempre.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir atingir este momento tão importante.

Aos meus pais, por me incentivarem a sempre lutar por meus sonhos e tornar esta vitória possível.

Aos meus irmãos, por me incomodarem em todos os momentos de “folga” e vésperas de provas e entregas de trabalho, quando o tempo sempre era abundante.

Ao meu amado Marlon, por me auxiliar, compreender, consolar e me dar a melhor direção, mesmo quando também estava perdido.

Ao Orientador, Professor Doutor Julio Caetano Tomazoni, por sua dedicação e auxílio prestados na realização deste trabalho, e pela amizade conquistada ao longo dos anos que trabalhamos juntos.

Aos meus professores do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e demais funcionários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por contribuírem em minha formação acadêmica.

Aos meus colegas, em especial à Ana Luísa, Daiane, Jakcemara, Juliane e Leoberto, por me aturarem nestes cinco anos de convivência diária, que passaram rapidamente, bem como momentos mais críticos quando todos estavam com humores terríveis.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”

Albert Einstein.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer.

RESUMO

DALEFFE, Ediane. Avaliação da Estabilidade das Encostas dos Bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão da cidade de Francisco Beltrão – PR, por Meio de Geoprocessamento. 2014. 97 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

Este trabalho se propõe a realizar um estudo da estabilidade de encostas de três bairros da cidade de Francisco Beltrão sendo eles Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão. Utilizando-se de técnicas em ascensão de sensoriamento remoto realizou-se o mapeamento da declividade e dos tipos de solo os quais foram processados juntamente para formar um novo mapa com o potencial de uso do solo para fins urbanos, identificando áreas de livre ocupação, de ocupação parcial, de ocupação restrita e áreas destinadas a preservação permanente. Para tanto, como ferramenta utilizou-se o *software* SPRING, principalmente a análise LEGAL. Para processar o banco de dados com informações relevantes de cada bairro, foram também utilizadas informações pedológicas da EMBRAPA e realizadas análise textural do solo em pontos de grande relevância. O estudo teve como resultado uma análise da situação atual da ocupação urbana nestes bairros, em relação aos mapas gerados e às legislações federais e municipais pertinentes. Os resultados apresentaram a necessidade de maior atenção por parte dos órgãos responsáveis das leis de parcelamento do solo urbano, bem como maior comprometimento dos mesmos para a segurança da população e redução de impactos ambientais por meio de edificações civis. Observou-se situações de irregularidade nos três bairros analisados. Foram constatadas, quando sobreposto a imagem de satélite com o mapa do potencial de ocupação do solo, havendo violação de leis federais e municipais, principalmente nos novos parcelamentos/loteamentos no bairro São Cristóvão. A metodologia aplicada nestes três locais pode ser estendida aos demais bairros do município servindo como modelo de estudo para viabilização da implantação adequada de loteamentos urbanos.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Uso do solo urbano. Estabilidade de Encostas.

ABSTRACT

DALEFFE, Ediane. Stability Assessment of Slopes by Means of GIS of Industrial Districts, Jardim Seminario and the São Cristóvão and the city of Francisco Beltran - PR. 2014. 97 f. Completion of course work. Course coordinator of Environmental Engineering. Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

This monograph aims to study the stability of slopes of three districts of Francisco Beltrão, they are Industrial, Jardim Seminário and São Cristóvão. Using the techniques of remote sensing on the rise the mapping was done of slope and soil types that were processed together to form a new map with the potential use of soil for urban purposes, identifying areas for free occupation, partial occupation, restricted occupation and areas for permanent preservation. For that, as a tool used the SPRING software, mainly LEGAL analysis, to process the database with relevant information for each district, it was also used soil information from EMBRAPA and textural soil analysis performed at points of great importance. The study resulted in an analysis of the current situation of urban occupation in these districts, for the generated maps and relevant legislation federal and local. The results showed the need for greater attention by the competent institutions for the laws of installment of urban soil, as well as greater involvement of the same for the population security and reducing environmental impacts through civil buildings. Situations of irregularity were observed in the three districts analyzed, when superimposed on a satellite image with map of potential use of soil, with violation of federal and local laws, especially in the new installments of the São Cristóvão district. The applied methodology can be extended to other districts serving as a model for enabling the proper implementation of urban settlements.

Keywords: GIS. Urban land use. Stability of Slopes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Níveis hierárquicos do solo.....	18
Figura 2 - Horizontes do solo.....	19
Figura 3 - Ábaco para classificação textural do solo – Triângulo Textural.....	24
Figura 4 - Localização Município de Francisco Beltrão na mesorregião e no Estado do Paraná.	37
Figura 5 - Localização dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão na cidade de Francisco Beltrão.	38
Figura 6 - Fluxograma do procedimento metodológico.....	39
Figura 7 – Modelo Demonstrativo de Grade Triangular.....	40
Figura 8 - Modelo Demonstrativo de Grade Retangular	41
Figura 9 - Fluxograma da análise LEGAL para geração do mapa de classes do solo... ..	42
Figura 10 - Fluxograma da análise LEGAL para geração do mapa de potencial de uso do solo urbano.....	43
Figura 11 - Georeferenciamento de pontos de coleta com GPS.....	44
Figura 12 - Pontos de coleta de solo para o bairro Industrial.....	45
Figura 13 - Pontos de coleta de solo para o bairro Jardim Seminário.....	46
Figura 14 - Pontos de coleta de solo para o bairro São Cristóvão.....	46
Figura 15 - Coleta de amostra de solo: a) limpeza superficial; b) trado holandês; c) coleta da amostra; d) amostra de solo coletada.....	47
Figura 16- Preparação da amostra de solo: a) solo seco; b) solo destorroado; c) amostra quarteada; d) pronta para análise.....	48
Figura 17 - Análise granulométrica: a) solo preparado e pesado; b) agitador ro-tap e peneiras; c) frações do solo separadas; d) amostra de solo para segunda análise.	49
Figura 18 - Carta da declividade em porcentagem do bairro Industrial.....	55
Figura 19 - Carta de classes de solos do bairro Industrial.....	56
Figura 20 - Carta de capacidade de uso do solo urbano para o bairro Industrial.....	57
Figura 21 - Imagem satélite e mapa de capacidade de ocupação do bairro Industrial... ..	58
Figura 22 – Fotografia do bairro Industrial demonstrando o parcelamento do solo urbano e o início da ocupação em áreas declivosas e de preservação permanente.	59
Figura 23 – Fotografia do bairro Industrial demonstrando o parcelamento do solo urbano e o início da ocupação em áreas declivosas e de preservação permanente.	59
Figura 24 - Carta da declividade em porcentagem do bairro Jardim Seminário.....	62
Figura 25 - Carta de classes de solos do bairro Jardim Seminário.....	63
Figura 26 - Carta de capacidade de uso do solo urbano para o bairro Jardim Seminário.	65
Figura 27 - Imagem satélite e mapa de capacidade de ocupação do bairro Jardim Seminário.....	66

Figura 28 – Fotografia do bairro Jardim Seminário demonstrando o parcelamento do solo urbano e o início de desmate em áreas de preservação permanente.	67
Figura 29 – Fotografia do bairro Jardim Seminário demonstrando o parcelamento do solo urbano e o início de desmate em áreas de preservação permanente.	67
Figura 30 - Carta da declividade em porcentagem do bairro São Cristóvão.....	69
Figura 31 - Carta de classes de solos do bairro São Cristóvão.....	70
Figura 32 - Carta de capacidade de uso do solo urbano para o bairro São Cristóvão..	71
Figura 33 - Imagem satélite e mapa de capacidade de ocupação do bairro São Cristóvão.	73
Figura 34 – Fotografia do bairro São Cristóvão demonstrando o parcelamento do solo urbano em áreas de declividade acentuada e preservação permanente.	74
Figura 35 – Fotografia do bairro São Cristóvão demonstrando o parcelamento do solo urbano em áreas de declividade acentuada e preservação permanente.	74
Figura 36 – Fotografia do bairro São Cristóvão demonstrando o parcelamento do solo urbano em áreas de declividade acentuada e preservação permanente.	75
Figura 37 - Apresentação dos resultados no triângulo textural.....	77
Figura 38 - Perfil de neossolo raso	79
Figura 39 - Perfil de neossolo	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Frações grosseiras do solo	23
Tabela 2 - Classes do relevo de acordo com a classificação da EMBRAPA	25
Tabela 3 - Classes do relevo utilizados no bando de dados	41
Tabela 4 - Classes de ocupação do solo.....	44
Tabela 5 - Velocidade de Sedimentação pela Lei de Stokes.....	51
Tabela 6 - Demonstrando as classes declividade do Bairro Industrial.....	54
Tabela 7 - Demonstrando os tipos de solo do Bairro Industrial	55
Tabela 8 - Demonstrando a capacidade de ocupação do solo do Bairro Industrial.....	56
Tabela 9 - Demonstrando as classes declividade do Bairro Jardim Seminário.....	60
Tabela 10 - Demonstrando os tipos de solo do Bairro Jardim Seminário	62
Tabela 11 - Demonstrando a capacidade de ocupação do solo do Bairro Jardim Seminário.....	63
Tabela 12 - Demonstrando as classes declividade do Bairro São Cristóvão	68
Tabela 13 - Área do tipo de solo Demonstrando os tipos de solo do Bairro São Cristóvão.....	69
Tabela 14 - Demonstrando a capacidade de ocupação do solo do Bairro São Cristóvão.....	71
Tabela 15 - Análise granulométrica do solo dos bairros Industrila, Jardim Seminário e São Cristóvão.....	76
Tabela 16- Classificação textural das amostras de solo dos bairros Industrila, Jardim Seminário e São Cristóvão.....	78
Tabela 17 - Análise Granulométrica terra fina, cascalho e calhaus Bairro Industrial.....	81
Tabela 18 - Análise Granulométrica terra fina, cascalho e calhaus Bairro Jardim Seminário.....	82
Tabela 19 - Análise Granulométrica terra fina, cascalho e calhaus Bairro São Cristóvão.....	84

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE TABELAS	10
SUMÁRIO	11
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO.....	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 JUSTIFICATIVA	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 O SOLO	17
2.2 A TEXTURA DO SOLO.....	22
2.3 O RELEVO	24
2.4 AS ENCOSTAS E MOVIMENTOS DE MASSA	26
2.5 GEOPROCESSAMENTO.....	29
2.6 AMBIENTE SPRING.....	30
2.7 A CIDADE DE FRANCISCO BELTRÃO	32
2.7.1 Histórico.....	32
2.7.2 Evolução da população	32
2.8 AS LEIS SOBRE PARCELAMENTO DO SOLO.....	33
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
3.1 ÁREA DE ESTUDO	36
3.2 O BANCO DE DADOS.....	39
3.3 ANÁLISE TEXTURAL.....	44

4	Resultados e discussão.....	53
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO, DO SOLO E CAPACIDADE DE USO DO SOLO DO BAIRRO INDUSTRIAL	53
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO, DO SOLO E CAPACIDADE DE USO DO SOLO DO BAIRRO JARDIM SEMINÁRIO.....	60
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO, DO SOLO E CAPACIDADE DE USO DO SOLO DO BAIRRO SÃO CRISTÓVÃO.....	68
4.4	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS DOS BAIROS INDUSTRIAL JARDIM SEMINÁRIO E SÃO CRISTOVÃO.....	75
4.5	ANÁLISE DA TERRA FINA, DO CASCALHO E DO CALHAU DOS SOLOS DOS BAIROS INDUSTRIAL JARDIM SEMINÁRIO E SÃO CRISTOVÃO..	78
5	Conclusões	85
	Referências.....	88

1 INTRODUÇÃO

Francisco Beltrão é um dos municípios que mais crescem, demograficamente falando, no sudoeste do Paraná. Tendo em vista o aumento da população urbana e a ocupação de novas áreas, em um curto espaço de tempo as alterações do uso do solo estão sendo cada vez mais intensas. Tal ação, possivelmente contribuirá para maiores impactos ambientais na área urbana desta cidade, uma vez que o uso do solo para fins urbanos traz como principais impactos a impermeabilização da superfície alterando os processos naturais de infiltração e escoamento superficial da água, bem como o desmatamento de áreas de encostas declivosas, agravando a instabilidade dessas áreas.

Nos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão, o processo de ocupação urbana nas encostas vem sendo agravado devido ao crescimento da população e à localização próxima a área central da cidade. Sendo estes bairros antigos e bem localizados, novos loteamentos foram sendo implantados nos mesmos, desmatando áreas para construir novas edificações. Estas áreas não estão recebendo a devida atenção, quanto ao seu relevo e tipo de solo, uma vez que em determinados locais, não seria possível a edificação segura, ou seja, sem apresentar riscos aos futuros moradores e à vizinhança.

Assim sendo, no decorrer do estudo foi realizado o levantamento de informações desses três bairros, através do uso de restituições aerofotogramétricas, com escala de 1:2.000 da cidade de Francisco Beltrão e análise textural do solo, estruturando um banco de dados para a realização do mapeamento destas áreas e demarcação dos locais suscetíveis a desmoronamentos e deslizamentos, ou seja, com declividades acentuadas. Para realização do estudo e do mapeamento, foram adotados a declividade e o tipo de solo como fatores mais relevantes. Para estruturação do banco de dados e cruzamento das informações utilizou-se o *software* SPRING (INPE, 2013).

A análise geomorfológica foi realizada com base nas isolinhas (curvas de nível), gerando o mapa de declividade percentual, através de uma grade triangular gerada pelo software. O tipo de solo foi caracterizado com base na carta de tipo de

solo da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - (2009) Folha SG.22-Y-A; MIR - 516, escala de 1:250.000. Utilizando álgebra de mapas, os tipos de solos foram classificados, gerando um mapa mais preciso na Escala de 1:2000. Combinando esse mapeamento com a carta da declividade em porcentagem, gerou-se, então, o mapeamento das encostas, podendo com este proceder a análise da instabilidade das mesmas.

Após o mapeamento realizou-se uma análise com base em legislação pertinente, avaliando se o planejamento da ocupação urbana está em acordo com a declividade encontrada para as áreas, bem como se considera a real aptidão do solo para os devidos usos e limites de ocupação. No caso das áreas ocupadas em declividades mais acentuadas, analisou-se a situação das mesmas junto a Lei Federal nº 6.766, de dezembro de 1979, ao Estatuto das Cidades, a Lei Municipal nº3.384, de agosto de 2007, e a Lei Federal nº12.651, de maio de 2012.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a ocupação das encostas dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão da cidade de Francisco Beltrão, Paraná, utilizando recursos de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, para determinar a real capacidade de uso do solo destas áreas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ▶ Estruturar em ambiente SPRING um banco de dados geográficos, dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão.
- ▶ Analisar a declividade dos bairros, elaborando a carta de declividade em porcentagem do terreno.

- ▶ Elaborar mapa das classes de solos, dos bairros objeto de estudo, correlacionando a classe de solo da EMBRAPA com a declividade.
- ▶ Gerar mapeamento das áreas críticas para os bairros estudados, em relação a possíveis escorregamentos e deslizamentos de encostas, onde o relevo se apresentar mais acidentado e o solo mais raso, identificando sua real capacidade de uso urbano.
- ▶ Analisar o mapeamento das áreas propícias à ocupação de acordo com a legislação de parcelamento do solo urbano.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com a elevada taxa de crescimento urbano da cidade de Francisco Beltrão, surgiu a necessidade de ocupação do solo em áreas mais abrangentes, onde a declividade e o tipo de solo podem não ser adequados para este uso. O processo de expansão desordenado faz com que seja necessário o levantamento de fatores, como a declividade do terreno, o tipo de solo e o tamanho dos lotes, antes não considerados, para garantir aos moradores, a ocupação de áreas adequadas a fins urbano.

Na área urbana da cidade de Francisco Beltrão, os problemas ambientais mais relevantes estão concentrados na degradação do solo e na erradicação da cobertura vegetal natural e na ocupação de áreas não propícias, ocasionados, principalmente, pela implantação de loteamentos urbanos mal planejados. Tais problemas são provocados principalmente pelo crescimento urbano desordenado e necessidades de ocupação de novas áreas, ocasionando a ocupação urbana mal planejada ou não embasada em estudo geotécnico. Percebe-se também, que os projetos de novos loteamentos, não estão considerando a declividade do terreno, bem como o seu tipo de solo encontrado, pois foram implantados de maneira rápida, visando apenas o lucro imediato e proporcionando o crescimento da cidade.

Neste estudo nos já citados bairros, serão utilizadas técnicas de geoinformação para caracterização da declividade, do tipo de solo, e para

mapeamento das regiões onde podem ocorrer escorregamentos de solo, áreas de risco de desmoronamento, bem como a determinação da real capacidade de uso dessas áreas para fins urbano.

Nessa perspectiva, o estudo contribuirá na estruturação de método para avaliação da viabilidade de implantação de novas construções nos bairros estudados, bem como analisará o risco em locais onde estas já estão implantadas.

Objetiva-se, com este estudo, contribuir para o enriquecimento do meio científico, pois se embasa em técnicas em ascensão, podendo servir como material de referência para futuros projetos relacionados. Também poderá auxiliar a prefeitura municipal de Francisco Beltrão, servindo como modelo de estudo para viabilização da implantação adequada de loteamentos urbanos, para os bairros estudados bem como aos demais bairros do município.

Embora existam muitos bairros, que poderiam ser escolhidos para o estudo, optou-se por esses três, pois são antigos e estão em constante crescimento, além de que neles a ocupação urbana acontece em suas encostas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As Ciências Ambientais são de grande importância no processo de caracterização de uma região. Permite o conhecimento desde as características geológicas e físico-químicas naturais, até as alterações geradas pela ação do homem, no que tange aos processos de degradação física bem como os processos erosivos e químicos, a poluição das águas com efluentes químicos e orgânicos e a ocupação de áreas críticas, como margens de rios e encostas (ROCHA, 2000).

O espaço urbano e sua realidade são representações das mudanças sociais e ecológicas combinadas, mudando permanentemente este espaço. A urbanização e os problemas ambientais urbanos não atingem igualmente todo o espaço, pois recebem considerações variadas de acordo com a localização, distância, topografia, características geológicas, morfológicas, crescimento populacional e segregação espacial, porém apresentam grandes impactos ao meio ambiente e devem ser melhores observados. (GUERRA, 2012).

Neste capítulo serão abordados os temas: o solo e sua classificação, a textura do solo, o relevo, as encostas os tipos de deslizamentos e fatores causadores, o geoprocessamento e sensoriamento remoto na área urbana e estudos ambientais. Também será apresentado o programa SPRING, além de dados sobre a cidade de Francisco Beltrão.

2.1 O SOLO

Lepsh, (2010) define o solo como a formação natural, que se desenvolve na porção superficial da crosta terrestre. Ele é resultado, essencialmente, da interação dos processos físicos, químicos e biológico sobre as rochas superficiais da crosta terrestre, que não oferece resistência à escavação mecânica e que perde totalmente a resistência quando em contato com a água.

A EMBRAPA (2006) sugere a definição de solo como:

Uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e

orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e podem, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas.

Segundo EMBRAPA, (2006) os níveis categóricos que são previstos para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) são seis: 1º nível categórico (ordens), 2º nível categórico (subordens), 3º nível categórico (grandes grupos), 4º nível categórico (subgrupos), 5º nível categórico (famílias) e 6º nível categórico (séries), como demonstrados na Figura 1. E para esta classificação se tem embasamento nos horizontes encontrados em um determinado local.

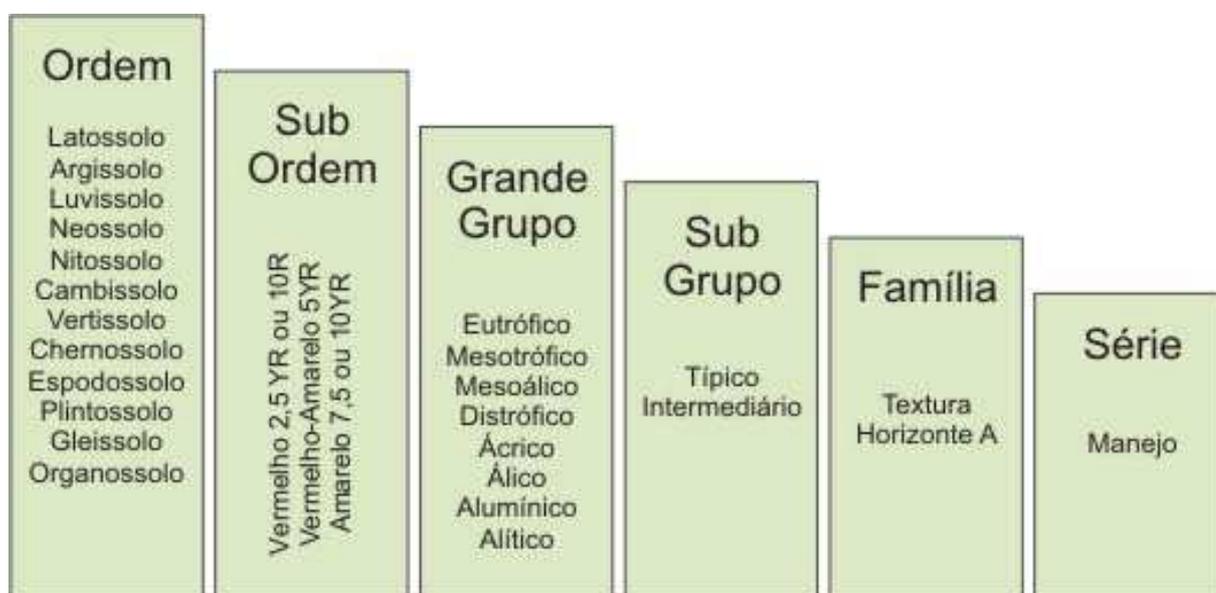


Figura 1 - Níveis hierárquicos do solo.
Fonte: <www.pedologiafacil.com.br>.

São denominados horizontes, conforme Figura 2, a subdivisão em seções do solo, de acordo com sua constituição mineral ou orgânica, sua proximidade com a superfície e características, que são diferentes entre si por suas propriedades que são resultantes da ação pedogênica. (IBGE, 2007).

Os horizontes representados na Figura 2 são encontrados em solos mais maduros.

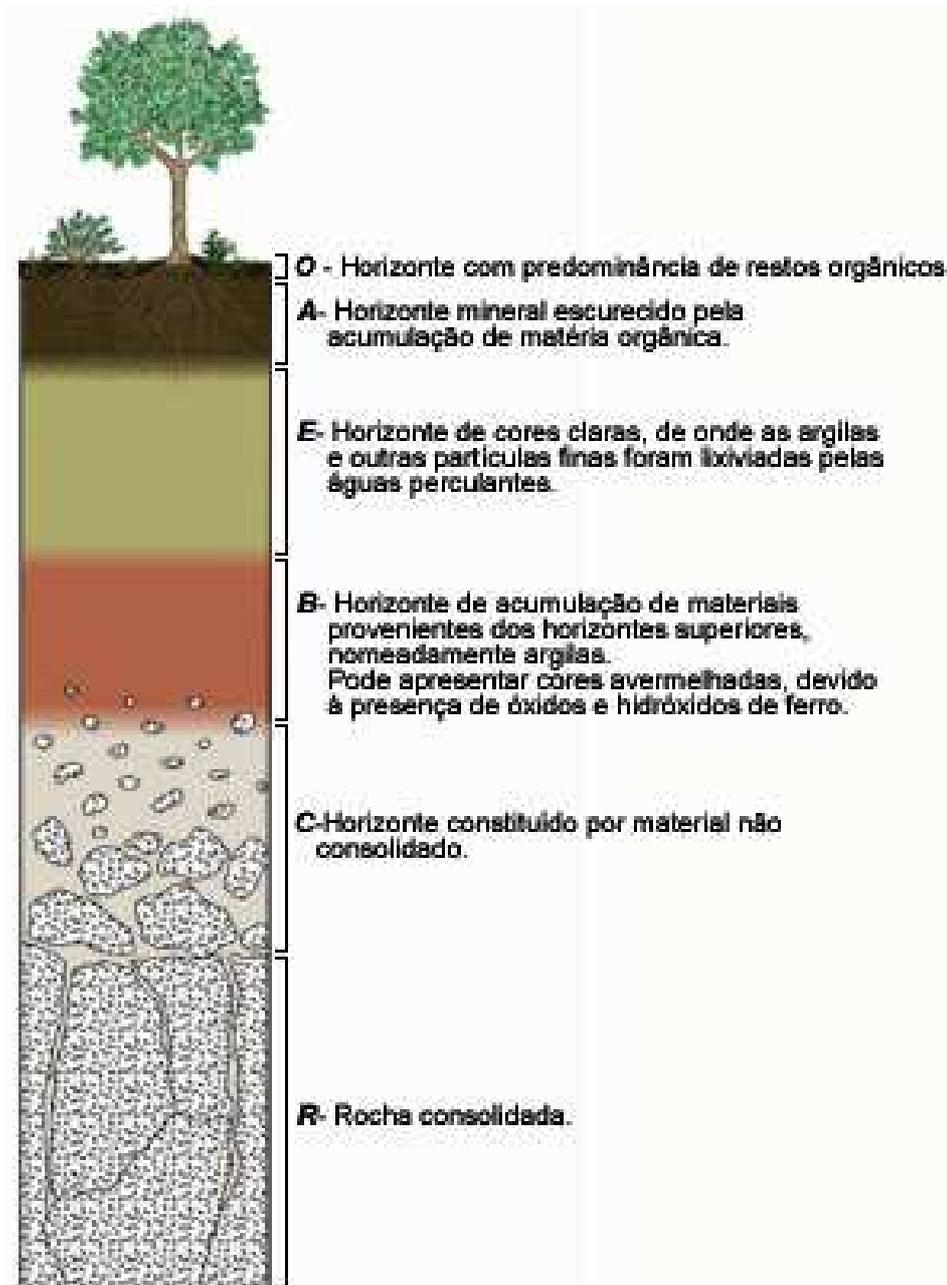


Figura 2 - Horizontes do solo.

Fonte: <www.dct.uminho.pt/pnpg/gloss/horizontes.html>

As letras da Figura 2 representam:

- ▶ O: horizonte superficial e pode chegar a conter mais de 20% de matéria orgânica nos seus diferentes estágios de decomposição.
- ▶ A: apresenta grande quantidade de material decomposto misturado com minerais.

- ▶ E: horizonte de coloração mais clara, onde são depositadas as partículas mais finas lixiviadas.
- ▶ B: este horizonte é pouco afetado pela ação do homem, é pobre em matéria orgânica e rico em material mineral.
- ▶ C: é denominado de regolito, possui grande quantidade de material decomposto de origem da rocha matriz.
- ▶ R: é a camada de material mineral consolidado, constituindo a rocha matriz propriamente dita.

A seguir são apresentadas as ordens, de maior relevância, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, apresentado pela EMBRAPA, disponível em EMBRAPA, (2006) e Lepsh, (2010).

Neossolo: solo novo e raso, em estágio de formação. Solo pouco evoluído, com predomínio das características do material originário, a rocha.

Vertissolo: solo essencialmente argiloso com alta capacidade de contração e expansão devido as argilas.

Cambissolo: solo considerado jovem, pouco desenvolvido com ausência ou quase ausência da estrutura rochosa.

Chernossolo: solo rico em matéria orgânica e bases e alta fertilidade. É um dos solos mais ricos do Brasil. São pouco coloridos e imperfeitamente drenados.

Luvissolo: solo com grande capacidade de retenção de nutrientes e alta fertilidade.

Argissolo: solo com argila de atividade baixa, com baixa permeabilidade, ricos em erosão.

Nitossolo: solo mineral, com textura argilosa a muito argilosa, bastante poroso, com teores de ferro elevados.

Latossolo: solo profundo e bastante intemperizado, com baixa fertilidade.

Espodossolo: solo muito arenoso com acúmulo de matéria orgânica e/ou ferro no horizonte B.

Plintossolo: solo ácido, geralmente imperfeitamente ou mal drenado. Apresenta segregação de ferro em subsuperfície constituindo manchas de cores variadas, as plintita.

Gleissolo: solo com grande gleização, resultado da intensa redução de compostos de ferro em presença de matéria orgânica. Ocorre em sedimentos recentes próximos a cursos d'água.

Organossolo: solo com elevado conteúdo de material orgânico, pouco evoluído e de coloração preta ou escura, solo ácido. Apresenta horizonte turfoso, com teor de carbono orgânico maior que 50%.

A Mineropar (2002) traçou um estudo na cidade de Francisco Beltrão e destacou que a cidade possui um intemperismo pouco variável tendo um predomínio do Latossolo Roxo (classificação atual Latossolo Vermelho), bastante profundo, nas porções mais planas do relevo, e a terra roxa estruturada (classificação atual Nitossolo Vermelho), nas encostas com declividade acentuada, sendo que em terrenos íngremes e escarpados são abundantes os afloramentos rochosos com uma fina camada de solo em início de formação, com grande quantidade de pedras, sendo estes solos litólicos (classificação atual Neossolo). Desta forma, estes solos apresentam um comportamento como suporte a obras civis e como fontes de matérias-primas.

São descritos a seguir os solos com seu aproveitamento na área urbana, conforme dados de Mineropar, 2002.

Os Latossolos são solos maduros, com horizonte B bem desenvolvido e composição argilosa, sua principal característica é apresentar grande espessura, com geralmente três (03) metros, podendo ultrapassar os dez (10) metros em regiões de relevo plano, estes são típicos em relevos com declividade de 2% à 8%. Esses solos possuem alta resistência ao cisalhamento, porém não suportam fundações rasas para obras maiores e se recomenda utilizar fundações profundas preferencialmente até a formação rochosa.

A terra roxa estruturada é classificada como nitossolo, que se desenvolve em relevos mais ondulados, com declividades de 8% a 20% e em alguns casos acima de 20%. O seu comportamento quanto a obras civis não é diferente do latossolo.

Os Chernossolos, são solos pouco desenvolvidos de coloração escura e grande quantidade de minerais, se desenvolvem em relevos fortemente ondulados, com declividades de 15% a 30%. Este tipo de solo, por ser raso, não possui grande resistência a edificações, devendo para este fim utilizar de medidas de contenção do solo e grandes fundações estruturais.

Os solos litólicos (neossolos), são solos rasos com profundidade que variam de 20 a 80 centímetros, possuem o horizonte A diretamente sobre a rocha não alterada, são comuns em encostas na região sudoeste do estado principalmente em relevo montanhoso e escarpado, com declividades acima de 20%. São solos com grande quantidade de cascalhos, blocos e matacões. Devido a sua pequena profundidade a presença de pedras na superfície e a alta reatividade das argilas, que o torna expansível por efeito da água, possui condições desfavoráveis às obras civis.

2.2 A TEXTURA DO SOLO

A textura do solo refere-se à proporção das frações granulométricas dos constituintes minerais do solo individualizados, que apresentam tamanhos bastante variados, por isso são separados em classes. As classes são definidas a partir do conhecimento que se tem das relações entre o tamanho da partícula, sua natureza mineralógica e a sua função no solo. As principais classes, e as utilizadas neste trabalho são a areia o silte e a argila, que são descritos a seguir.

A **argila** é a classe que possui as partículas com diâmetros inferiores a 0,002mm, ou seja, as menores partículas. É constituída por minerais da argila (filossilicatos), hidróxidos de alumínio, óxidos e oxihidróxidos de ferro. Esta fração juntamente com a matéria orgânica humificada torna-se a fase efetivamente ativa do solo, tanto química quanto fisicamente. (MANFREDINI, 2009).

O **silte** é a classe que possui as partículas com diâmetro entre 0,002 mm e 0,05 mm. É constituída principalmente por minerais primários, e possui relação com o intemperismo químico, quanto maior o teor de silte no solo menor é o grau de intemperismo químico. Dependendo da natureza da rocha mãe esta fração pode representar uma reserva de nutrientes do solo. Do ponto de vista físico os solos que

apresentam elevado teor de silte são mais adensados e pouco porosos, o que contribuí para a má circulação de água. (MANFREDINI, 2009).

A **areia** é a classe que possui as partículas com diâmetro entre 0,05 mm e 2,00 mm. É constituída principalmente por quartzo, sendo esta fração quimicamente inerte tem função estrutural no solo, o que se pode comparar com um esqueleto. (MANFREDINI, 2009).

Santos (2005) cita que a avaliação da textura do solo nos permite saber sobre o material de origem e o grau de intemperismo do mesmo. Raramente se encontra um solo que se constitui de apenas uma fração granulométrica, a partir disto surgiram às classes de textura do solo que definem as diferentes composições das frações granulométricas (areia, silte e argila), o qual é conhecido como Triângulo Textural sendo este demonstrando na Figura 3.

Segundo Santos (2005), para as frações grosseiras temos as denominações e tamanhos conforme a Tabela 1. Destas a única fração com ocorrência registrada da textura é o cascalho, podendo ser: muito cascalhenta (mais de 50% de cascalho), cascalhenta (de 15% a 50% de cascalho) e com cascalho (de 8% a 15% de cascalho).

Tabela 1- Frações grosseiras do solo

Nomenclatura	Diâmetro
Cascalho	de 2mm a 2 cm
Calhaus	De 2 cm a 20 cm
Matacão	Maior que 20 cm

Fonte: Santos (2005).

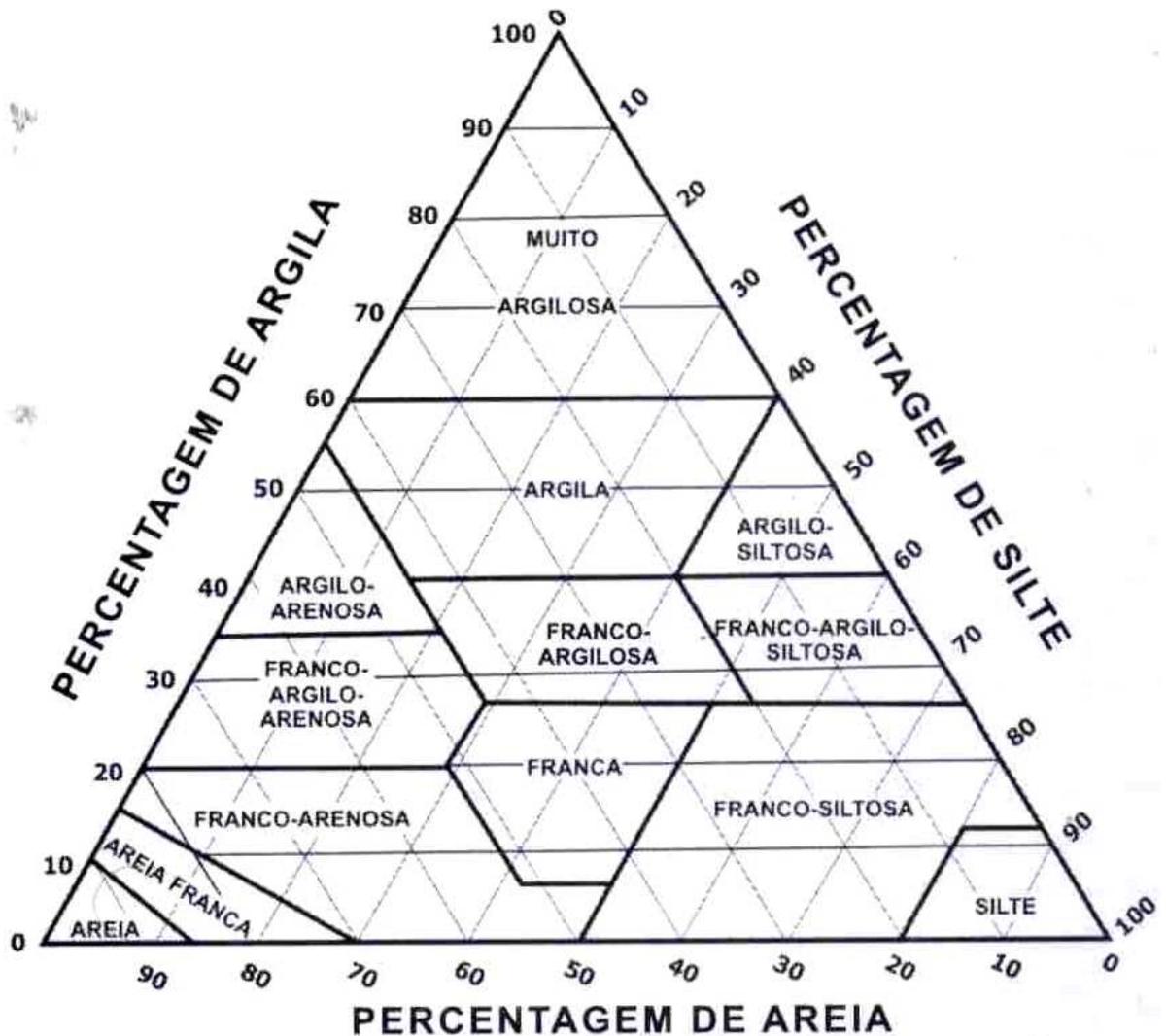


Figura 3 - Ábaco para classificação textural do solo – Triângulo Textural.
 Fonte: Santos (2005).

2.3 O RELEVO

A superfície terrestre se caracteriza por não ser plana e uniforme, mas por apresentar depressões de diferentes formas que constituem o seu relevo. No espaço o relevo varia da escala planetária (continentes e oceanos), à continental (cadeias de montanhas, planaltos, depressões e planícies) e à local (escarpas, morros, colinas e terraços), no tempo sua formação varia da escala geológica àquela do homem (FLORENZANO, 2008).

Florenzano (2008) destaca que o relevo é importante não só para a Geomorfologia (ciência que estuda o relevo e sua formação), mas também para outras ciências da terra que estudam as rochas, solos, vegetação e água, bem como na definição da fragilidade e vulnerabilidade do meio ambiente e no estabelecimento de legislações para a sua ocupação e proteção.

Santos (2005) define também o Relevo como à declividade do local o qual é um dos fatores de formação do solo. As informações sobre o relevo são úteis para fins de manejo e conservação, bem como para construção de grandes obras de engenharia como estradas, aeroportos e hidroelétricas.

Já, a EMBRAPA (2006) classifica o relevo de uma forma simplificada que é compreendida por diversos especialistas, sendo as classes: relevo plano que engloba superfícies de topografia horizontal com desnivelamentos muito pequenos; relevo suave ondulado onde a superfície se apresenta pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas; relevo ondulado sendo a superfície ainda pouco movimentada constituído de colinas apresentando declives um pouco mais acentuados; relevo fortemente ondulado, engloba uma superfície de topografia movimentada formada por morros com elevações relativas de 100 à 200 m de altitude; relevo montanhoso é constituído por uma superfície de topografia vigorosa com predomínio de formas acidentadas constituídas por morros, montanhas e maciços montanhosos os quais apresentam desnivelamentos relativamente grandes; relevo escarpado são áreas com predomínio de formas abruptas compreendendo escarpamentos e vertentes de declive muito forte.

A Tabela 2 apresenta de modo mais simplificado as classes do relevo, a declividade em percentagem às quais correspondem e quais associações englobam.

Tabela 2 - Classes do relevo de acordo com a classificação da EMBRAPA

Classe	Declividade em Percentagem	Engloba
Plano	0% - 3%	Planícies, terraços e chapadas
Suave ondulado	3% - 8%	Colinas
Ondulado	8% - 20%	Morros e morrotes
Forte ondulado	20% - 45%	Morros e serras
Montanhoso	45% - 75%	Montanhas e serras
Escarpado	> 75%	Serras e escarpas

Fonte: EMBRAPA (2006).

Bollian (2010) traz o ser humano como um dos maiores transformadores do relevo, onde ele altera-as e modifica a fisionomia das paisagens terrestres: com a construção de casas e edifícios que exigem o aplainamento de terrenos irregulares ou cortes na encosta das montanhas para implantação de rodovias e ferrovias e ainda com aberturas de túneis em morros para criação de acessos.

O ser humano retira grande parte da vegetação natural das áreas que ocupa, no campo e nas cidades, o que ocasiona uma aceleração no processo erosivo e com isto causa o deslizamento de encostas ou formação de ravinas e voçorocas (BOLLIAN 2010).

Conforme Bollian (2010) o relevo também influencia na maneira como determinadas áreas são ocupadas pelos seres humanos e em áreas urbanas podemos notar como a ocupação dos terrenos que varia de uma cidade para outra conforme o relevo. Podemos verificar então os traçados e formatos peculiares nas ruas e quarteirões que podem ser mais planos ou mais acidentados.

2.4 AS ENCOSTAS E MOVIMENTOS DE MASSA

Augusto Filho e Virgili (apud, MOTA, 2003) definem as encostas como sendo superfícies inclinadas de maciços terrosos, rochosos ou mistos, originados de processos geológicos e geomorfológicos.

Tominaga (2009) define movimento de massa sendo: “O movimento do solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade. A contribuição de outro meio, como água ou gelo, se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluído dos solos”.

A urbanização com o desmatamento, cortes, e construções modificam as encostas. Juntando os fenômenos naturais e a ação antrópica podem gerar instabilidades nas encostas, principalmente nas cidades, provocando problemas graves, tanto sociais como econômicos que são os deslizamentos e os decorrentes deste. (TOMINAGA, 2009).

Massad (2003) defende que os escorregamentos são “naturais”, devido à tendência da natureza para que as encostas atinjam um nível base. Outra causa dos escorregamentos seria a ação do homem, implantando obras sem os devidos cuidados com a natureza. Logo, por ação de chuvas intensas e prolongadas e também pela ocupação desordenada das encostas temos os movimentos de massa.

Tominaga (2009) ressalta que os escorregamentos são movimentos de massa que envolve materiais que recobrem toda a superfície da encosta e estão presentes em regiões montanhosas, serranas e onde há predominância de climas úmidos. No Brasil ocorrem mais nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

O autor também ressalta que os movimentos de massa são processos naturais que atuam na dinâmica do relevo, principalmente em regiões serranas. O crescimento urbano em áreas desfavoráveis e sem o planejamento do uso do solo dissemina a ocorrência de acidentes de pequeno e grande porte, em relação aos desmoronamentos (TOMINAGA, 2009).

Os movimentos de massa são classificados conforme seu tipo, segundo classificações brasileiras, se destacam as de Freire (1965), de Guidicini e Nieble (1984) e de Augusto Filho (1992), citadas e detalhadas pelos autores Massad (2003) e Tominaga (2009), que são apresentadas a seguir.

“Creep” ou rastejos: são movimentos normalmente da camada superficial do solo, com velocidades baixas. Podem se acelerar com chuvas e desacelerar com secas, são movimentos constantes e podem evoluir para um escorregamento.

Escorregamentos: são deslizamentos de grandes volumes de solo com superfícies de ruptura bem definidas de geometrias cilíndricas, planas ou em cunha, com velocidades médias a altas. São rápidos e bem definidos, deslizando para baixo e para fora do talude ou vertente. São os mais frequentes no Brasil e os únicos que podem ser submetidos a análises estáticas. Ocorrem no momento em que a força da gravidade vence o atrito interno entre as partículas do solo, que são as responsáveis pela estabilidade; a infiltração de água no solo provoca a diminuição ou perda total do atrito entre partículas, acelerando o processo.

Quedas ou deslizamentos de blocos: ocorrem normalmente em escarpas rochosas, são blocos ou lascas da rocha que estão resistentes ao intemperismo, que

sofrem queda livre. Possuem velocidades muito altas, com volumes variados a pequenos e médios.

Corridas ou avalanches: são erosões violentas, também chamadas de “fluxo de detritos”. Tem um poder de destruição muito elevado, por isso é classificada como desastre natural. É um movimento de massa que ocorre em um período de tempo muito curto com grande velocidade ao longo de uma grande superfície e longas distâncias, mesmo em declividades baixas. Ocorre após longos períodos chuvosos, onde o solo se mistura com a água em abundância e forma um líquido viscoso.

Podemos observar que as principais condicionantes dos escorregamentos são as mesmas em ambos os movimentos, e destacadas por Mota (2003), sendo elas: as características de pluviosidades, inclinação amplitude e forma das encostas, regime das águas de superfície e subsuperfície e as características de uso e ocupação do solo, a cobertura vegetal e as formas de intervenção antrópica.

As medidas de prevenção de escorregamentos propostas por Tominaga (2010), são divididas em medidas estruturais e não estruturais. As estruturais são as grandes obras de engenharia, que são caras e difíceis, pois necessitam de trabalho especializado. As não estruturais visam mais políticas públicas para o planejamento e gerenciamento das áreas urbanas, planos preventivos e educação ambiental.

Pode-se prevenir os escorregamentos de maneira simples, evitando construções em encostas íngremes, não retirar cortes de terra de encostas, não desmatando encostas e morros, solicitando informações a órgãos competentes sobre ocorrências de desmoronamentos na região e solicitar estudos e monitoramentos destas áreas (TOMINAGA, 2010).

Mota (2003) defende que no processo de ocupação urbana, estas áreas de encostas tenham um controle mais rígido, evitando assim que estes locais se tornem problemáticos. Deve-se ter uma política pública voltada a estas áreas, as identificando-as, e protegendo tanto a cobertura vegetal natural quanto o sistema de drenagem de águas pluviais e em alguns casos executando obras de estabilização.

A Lei Federal nº 6.766 de dezembro de 1979 limita a ocupação das áreas de encostas, proibindo o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior á 30%, e limitando as taxas de ocupação do solo em relação com a

declividade. O que também é definido no Estatuto das Cidades e na Lei Federal Nº 10.257 de Julho de 2001.

2.5 GEOPROCESSAMENTO

Segundo Rocha (2000), as aplicações dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), devido a sua abrangência, podem ser encontradas em diversos setores da atividade humana, que vão das atualizações florestais, monitoramento e controle de pragas e doenças, simulação de plantio e colheita, gestão de redes de distribuição de energia elétrica, administração municipal e planejamento urbano.

O Geoprocessamento faz uso de técnicas matemáticas e computacionais para tratar informações geográficas. Também utiliza de informações com base em cartográfica, fotogrametria, dados alfanuméricos, GPS (Sistema de Posicionamento Global) e sensoriamento remoto, que são armazenadas em um Banco de Dados e permite a modelagem dos dados, análises variadas do terreno e geoestatísticas.

O Sensoriamento Remoto consiste em um conjunto de atividades para coleta de dados e informações dos objetos de interesse sem contato físico com o mesmo, utilizando-se de radiações eletromagnéticas que são emitidas, absorvidas e refletidas e/ou transmitidas. Em várias áreas é um termo utilizado para referência à obtenção de dados de alvos à distância. (NOVO, 2010).

O SIG pode ser entendido como um programa computacional que comporta outros programas integrados. Esses sistemas fazem a integração de dados, de diversas fontes, tornando possível a coleta, armazenamento, análise e disponibilização final de dados georreferenciados. Visam maior facilidade, agilidade e segurança em relação a monitoramentos e planejamentos do espaço geográfico. (FITZ, 2008).

Blaschke (2007) relata que Sensoriamento Remoto e SIG estão cada vez mais interligados, devido a rápidas mudanças de processamento de imagens, os conflitos de uso do solo, as práticas de planejamento para este, as exigências de proteção e monitoramento do meio ambiente. Estes sistemas possuem dados básicos com informações que satisfazem estas demandas crescentes, formando uma imagem da

situação. Este desenvolvimento se caracteriza pela integração entre quatro componentes básicos, que dão uma melhor disponibilidade e menor dificuldade de acesso a dados, novos sistemas e sensores orbitais, novos procedimentos de processamento de imagens e desenvolvimento acelerado de hardware e softwares.

Blaschke (2007) ressalta também um grande potencial de uso para o monitoramento ambiental com base na possibilidade de objetividade de independência do técnico intérprete, redução de trabalho de campo, grande capacidade de associação de planos de informação permitindo pesquisas variadas e potencial de desenvolvimento.

Atualmente a disponibilidade de dados topográficos existentes representa um novo panorama onde se tem dados para o desenvolvimento de inúmeras metodologias de análises das formas do relevo, e os recursos computacionais também se encontram desenvolvidos para estas estruturações de métodos (FLORENZANO, 2008).

2.6 AMBIENTE SPRING

O SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) é um SIG que trabalha com um banco de dados geográficos, elaborado a partir de uma base de dados orientados. Possui interface de menus e linguagem espacial, sem limite de fronteiras e com grande capacidade de suporte de dados. Administra dados vetoriais e matriciais e realiza integrações de Sensoriamento Remoto em um SIG. É considerado um programa de domínio público, e desenvolvido totalmente com tecnologia nacional, pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2013).

Deve-se ressaltar que a base de dados do SPRING é única, não importando se é trabalhado em um microcomputador ou em uma estação de trabalho, não havendo necessidade de conversão de dados, nem uma diferença no modo de operação do programa.

O Banco de Dados do SPRING corresponde ao local de armazenamento das definições de suas categorias e classes, bem como dos projetos pertencentes ao

banco de dados. Os projetos são armazenados no Banco de Dados juntamente com seus arquivos correspondentes. Um projeto é definido pela área física de trabalho, com nome, projeção e retângulo envolvente (dimensões em coordenadas do projeto), onde serão armazenados todos os dados referentes a região definida (INPE, 2013).

Cada projeto possui suas características, com seus planos de informações (PI's), seu sistema de projeção, suas grades e componentes, porém vários projetos diferentes podem estar armazenados no mesmo banco de dados.

Para introdução de dados em um projeto, necessita a definição do mesmo em categorias, pois cada mapa deverá pertencer a um único modelo ou categorias. As características do mapa e sua representação gráfica são definidas e armazenadas conforme o modelo de dados. As categorias apresentadas no SPRING são:

- ▶ Cadastral: refere-se aos mapas que contém representação de um determinado objeto.
- ▶ Imagem: refere-se aos dados em formato matricial, as imagens propriamente ditas, como as provenientes de satélites e scanners.
- ▶ Numérico: são os dados que possuem uma variação de seus valores numéricos ao longo de uma superfície, como altimetria.
- ▶ Objeto: São as especializações de um determinado objeto geográfico.
- ▶ Rede: refere-se aos dados que possuem relações e conexões com diversos elementos que se deseja monitorar.
- ▶ Temático: são os dados que possuem classificação de uma posição geográfica em relação a um tema.

2.7 A CIDADE DE FRANCISCO BELTRÃO

2.7.1 Histórico

A cidade de Francisco Beltrão, também é denominada “Coração do Sudoeste” por ser localizada na região central, pela liderança econômica, política e populacional no Sudoeste do Paraná. Teve início como “Vila Marrecas” em 1947 e em poucos anos se tornou município, em dezembro de 1952.

O distrito de Francisco Beltrão existia desde 1940, mas pertencia ao município de Clevelândia. A Lei estadual 790, assinada pelo governador Bento Munhoz da Rocha Neto em 14 de novembro de 1952, transformava o distrito de Francisco Beltrão em município, desmembrando-o da primeira zona do distrito de Pato Branco, do município de Clevelândia. Em 1954 Francisco Beltrão transformava-se também em sede de Comarca, seu desenvolvimento era baseado na extração de madeira e na agricultura (IBGE, 2013) e (MARTINS, 1986).

Devido aos conflitos de terra na região, dentre eles o conhecido como Revolta dos Posseiros, a cidade recebeu uma unidade do Exército, que foi mantida posteriormente por ser de posição estratégica quanto à fronteira com a Argentina.

O nome da cidade foi escolhido devido a uma homenagem ao paranaense Francisco Gutierrez Beltrão, engenheiro, secretário de estado e grande colonizador do Paraná.

2.7.2 Evolução da população

Segundo dados do IBGE, (2012) a cidade de Francisco Beltrão possui uma população de 80 mil habitantes, com crescimento populacional médio de 1,4% ao ano, o que resultou em um aumento populacional de 12.000 (doze mil) habitantes nos últimos dez anos.

Além deste crescimento, podemos ressaltar que a cidade possui três universidades, e duas faculdades com diversos cursos, sendo um polo universitário

no sudoeste do estado. Sendo assim, a população é acrescida dos estudantes vindos de outras cidades e regiões, por um período médio de tempo de cinco anos.

A cidade, que foi fundada como vila, não foi devidamente planejada para sua atual população, bem como sua geomorfologia não é muito propícia para construções urbanas. Assim, tem-se a ocupação urbana expandindo-se para áreas com elevadas declividades e, inclusive, áreas de encostas.

2.8 AS LEIS SOBRE PARCELAMENTO DO SOLO

Para análise das leis sobre o parcelamento do solo urbano serão inicialmente analisadas as leis federais, posteriormente a lei municipal e o zoneamento urbano.

Primeiramente, o Estatuto das Cidades, do ano de 2010 traz em seu Artigo 2º e em seu artigo 5º:

Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

[...]

IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:

- a) a utilização inadequada dos imóveis urbanos;
- b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;
- c) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;

[...]

Art. 5º Lei municipal específica para área incluída no plano diretor poderá determinar o parcelamento, a edificação ou a utilização compulsórios do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, devendo fixar as condições e os prazos para implementação da referida obrigação.

Dessa maneira, o Estatuto das Cidades serve principalmente como alicerce para as legislações urbanas e as definições das leis e o Zoneamento Urbano.

Em seguida, a Lei Federal nº 6.766, de dezembro de 1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências, assim como, em seu artigo 3º explica sobre o parcelamento do solo e ocasiões onde não são permitidos o parcelamento do solo.

Art. 3º Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal.

Parágrafo único - Não será permitido o parcelamento do solo:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;

III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;

V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

Com essa lei podemos perceber que em terrenos com declividade acima de 30%, não é recomendado o parcelamento do solo e caso se dê necessário deve-se ter um estudo geotécnico específico do local.

Chegando ao âmbito municipal das leis sobre uso e ocupações do solo, há a Lei Municipal nº 3.384 de 28 de Agosto de 2007, Zoneamento do uso e ocupação do solo urbano, a qual dispõe sobre o Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo do Perímetro Urbano do Município de Francisco Beltrão e dá outras providências. Em seus artigos 20º e 32º a legislação trata sobre a declividade do solo e seus usos:

Art. 20 – A Zona de Restrição da Ocupação corresponde às áreas com declividade acentuada, acima de 30%, e onde a ocupação deve ser monitorada com a exigência de laudo geológico, de forma a evitar problemas de erosão de encostas.

[...]

Art. 32 - A Zona de Restrição da Ocupação (ZRO) corresponde às áreas de alta declividade, acima de 30%, onde a ocupação possa gerar risco para a população.

Parágrafo Único - Para esta zona propõe-se:

- a) reconstituição da cobertura vegetal onde se faz necessário;
- b) recomposição da vegetação de encostas e topos de morros;
- c) reassentamento das habitações que se encontram em áreas de risco de ocupação;

Podemos observar que existe uma divergência na própria lei, onde o artigo 20 trata as áreas com declividade superior a 30% como área de restrição a ocupação e a mesma deve possuir uma ocupação monitorada e com estudo ambiental. Já no artigo 32 da mesma lei as áreas com declividade superior a 30% devem ser de recomposição da vegetação em encostas e topos de morros e caso existam habitações nestas áreas os moradores devem ser reassentados.

Ainda complementando o parcelamento do solo urbano em conjunto com a preservação do meio ambiente, há a Lei Federal nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, o Código Florestal Brasileiro que trata da preservação da vegetação urbana e rural. Vale aqui destacar o artigo 4º desta mesma lei, sobre a preservação da vegetação em área urbana:

CAPÍTULO II

DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Seção I

Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

[...]

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

[...]

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

Mediante a interpretação das Leis, nesse trabalho foi considerada, como zona totalmente restrita a ocupação urbana e destinadas a preservação permanente áreas com declividades superiores à 45% e nas áreas com declividade entre 30% e 45% será considerado como área de ocupação restrita, onde o lote urbano deve possuir um estudo geológico, como é exigido na legislação municipal e os menos devem possuir a necessidade de ocupação, ou seja, quando não se tem outras áreas propícias para ocupação urbana. As áreas com declividade de 20 – 30% foram consideradas como área de ocupação parcial, onde a ocupação dos lotes não poderão ser de forma igualitária aos demais lotes urbanos (de até 80%) devendo ser menores, possuir vegetação para auxiliar na estabilidade do terreno.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento desse trabalho, partiu-se de pesquisa bibliográfica sobre o assunto, buscando conhecer os métodos e aplicações. Em seguida, delimitou-se à área do estudo, sendo esta os bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão.

Em seguida foram realizadas coletas de dados pertinentes sobre as áreas de interesse, como dados altimétricos da restituição aerofotogramétrica, escala 1:2.000, do projeto Paraná Urbano, disponível na prefeitura municipal, mapa de solos da EMBRAPA, escala 1:250.000, e levantamentos junto à Prefeitura de Francisco Beltrão, buscando informações digitais do local, como restituição aerofotogramétrica, imagens de satélite da área, atual delimitação dos bairros, zoneamento urbano atualizado da cidade e leis municipais que definissem sobre as áreas de ocupação.

Após, foi construído um banco de dados das áreas, com projetos individuais de cada bairro, contendo todos os dados necessários, como mostra a Figura 6. O trabalho foi realizado com auxílio dos programas SPRING 5.2.5 (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) e AutoCAD (Aplicativo de Desenho Auxiliado por Computador - CAD).

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Francisco Beltrão está localizado no sudoeste do estado do Paraná, com coordenadas geográficas à Latitude: 26° 04' 52" S Longitude: 53° 03' 18" W à 508 km da capital, Curitiba. Possuindo a segunda maior economia na mesorregião e a 22ª do Estado. Por ser o maior município da região, a cidade acaba concentrando a maior parte dos serviços e do comércio.

São municípios limítrofes de Francisco Beltrão os municípios de Ampére, Pinhal de São Bento, Manfrinópolis, Flor da Serra do Sul, Marmeleiro, Renascença, Bom Sucesso do Sul, Itapejara d'Oeste. A Figura 4, apresentada a seguir mostra a localização da Cidade de Francisco Beltrão no estado do Paraná.



Figura 4 - Localização Município de Francisco Beltrão na mesorregião e no Estado do Paraná. Fonte: Adaptado de IBGE (2013).

No mapa de localização dos bairros da cidade de Francisco Beltrão, apresentado a seguir na Figura 5, os três bairros formam uma faixa adjacente ao sul da cidade. O bairro São Cristóvão está localizado ao sul do centro da cidade, e o bairro Industrial a sudeste. A partir desta perspectiva pode-se afirmar que o maior crescimento destes bairros se dá pela proximidade de pontos comerciais e melhor localização em relação aos demais bairros. O bairro Jardim Seminário é localizado mais a leste da cidade. O crescimento deste se dá também pela localização: é pouco afastado do centro da cidade e também apresenta uma área residencial tranquila. Destaca-se ainda a proximidade deste bairro ao contorno Leste e do Hospital Regional do Sudoeste do Paraná.

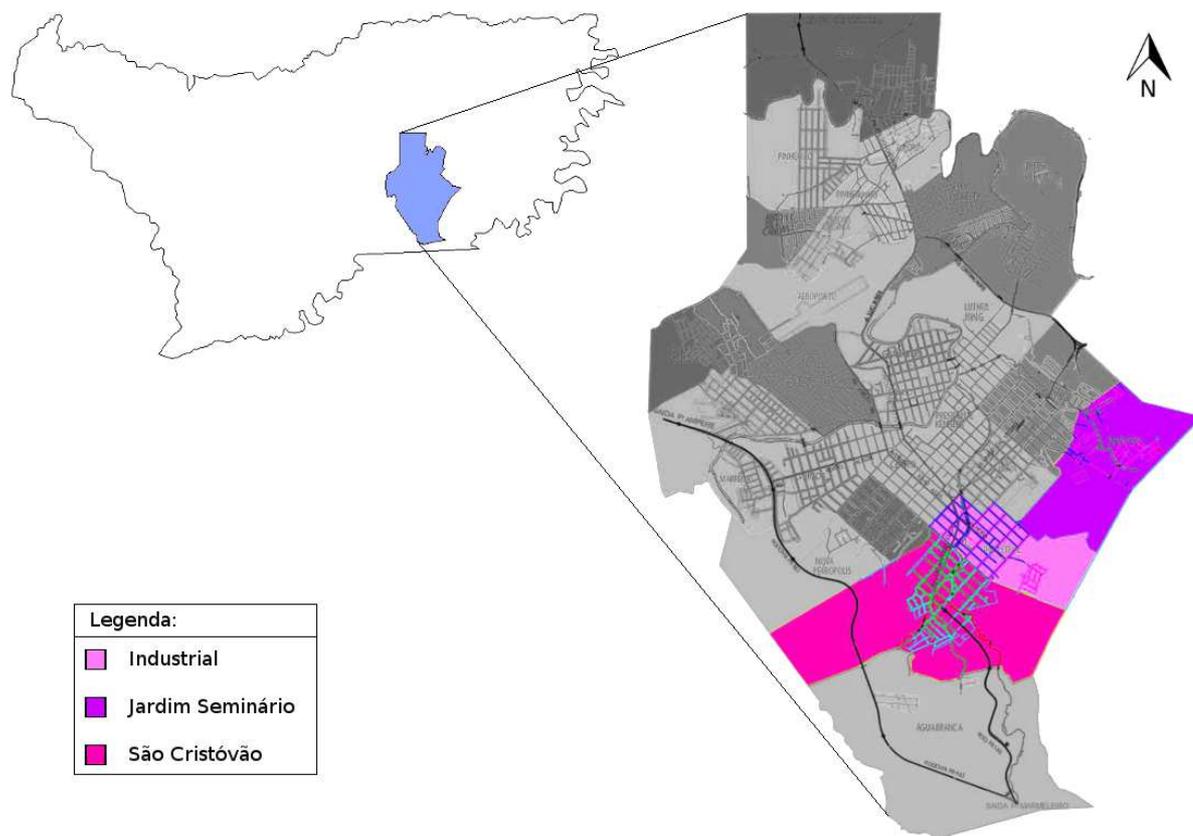


Figura 5 - Localização dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão na cidade de Francisco Beltrão.
Fonte: Adaptado de Secretaria de Obras e Urbanismo de Francisco Beltrão (2013).

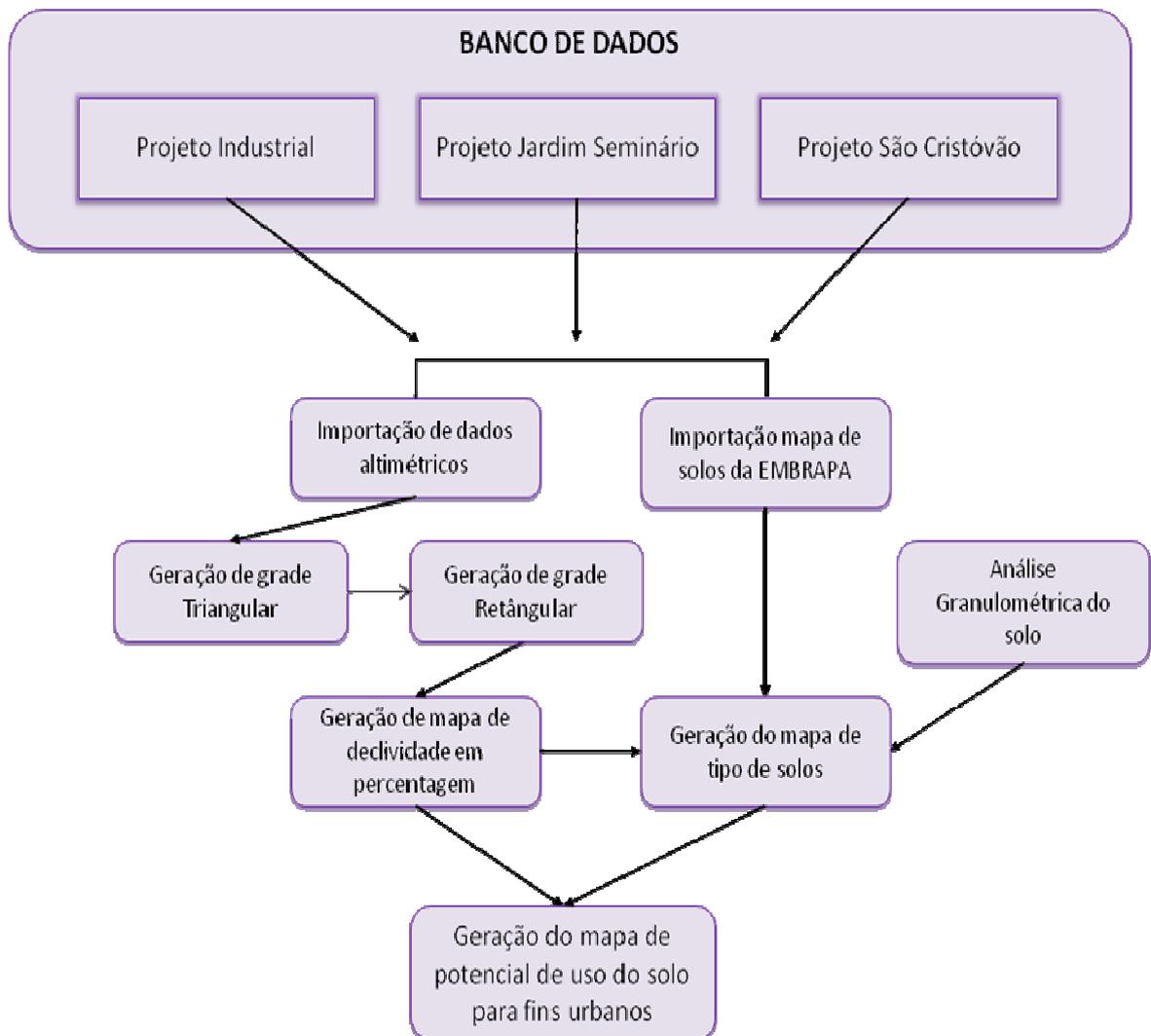


Figura 6 - Fluxograma do procedimento metodológico.
Fonte: Autoria própria.

3.2 O BANCO DE DADOS

O banco de dados foi elaborado em ambiente SPIRNG 5.2.5. Os dados altimétricos e planimétricos dos bairros objeto de estudo foram importados, em formato DXF-R12/DWG, escala 1:2.000, para o programa SPRING. Os dados altimétricos (curvas de nível cotadas) foram importados em uma categoria MNT (Modelo Numérico do Terreno). A partir das classes de altimetria foi gerado uma grade triangular, onde os valores de altitude foram convertidos em pequenos

triângulos, que possuem seus vértices em pontos amostrados da superfície, como demonstra Figura 7.

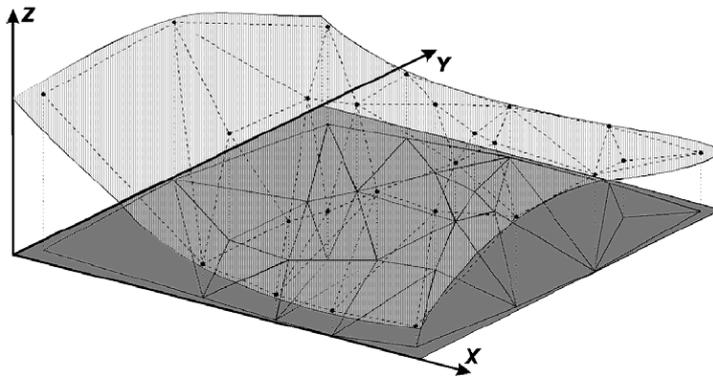


Figura 7 – Modelo Demonstrativo de Grade Triangular.
Fonte: (INPE, 2013).

Tal modelagem permite, que as informações morfológicas sejam representadas e consideradas durante esta geração de grade permitindo uma modelagem da superfície do terreno, além de preservar as suas características originais.

Para geração da grade triangular foi usado interpolador do tipo “*delaunay*”, com linha que quebra, que gera um produto mais equilateral possível, tendo então uma triangulação simétrica do terreno. Para a geração de triangulação é iniciada encontram-se os limites dos pontos, formando um retângulo envolvente, onde são criados dois triângulos a partir da divisão deste retângulo pela sua diagonal, em seguida os pontos são inseridos um a um gerando três novos triângulos, preservando-se o triângulo que contém o novo ponto, este processo se repete até que não existam mais pontos para serem inseridos. (NAMIKAWA)

Em seguida criou-se a grade retangular do terreno, a partir da grade triangular. A grade retangular também é um modelo digital do terreno, onde se aproxima a superfície de um poliedro de faces retangulares, demonstrado na Figura 8 e seus vértices, neste caso, não coincidentes com os vértices da grade retangular, tendo assim uma maior precisão do modelo número do terreno para os usos com declividade. A grade retangular foi criada com o interpolador “linear”, onde a equação

que gera a superfície do terreno em formas de faces retangulares é dirigida por uma equação linear.

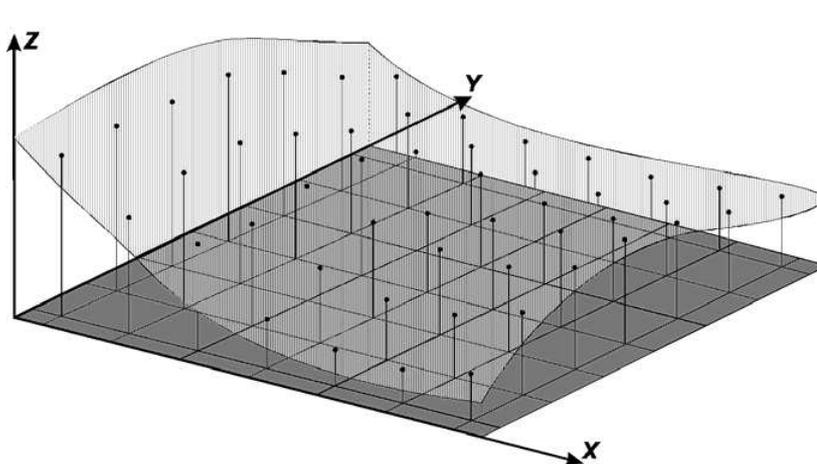


Figura 8 - Modelo Demonstrativo de Grade Retangular
Fonte: (INPE, 2013).

O mapeamento do declive em percentagem foi gerado através de um comando na ferramenta MNT do programa SPRING, e com base nas curvas de nível gerou-se as Grades Altimétricas Triangular e Retangular. A partir desses produtos gerou-se uma grade retangular com os valores da declividade em percentual. A partir desta grade procedeu-se seu fatiamento, gerando um mapa temático com as classes de relevo, as quais foram modificadas para atender as exigências legais, bem como para dar-se sequência com a classificação das classes do solo, as quais são demonstradas na Tabela 3. O fatiamento resultou em um mapa de categoria temática, demonstrando através de cores as classes do relevo delimitadas.

Tabela 3 - Classes do relevo utilizados no bando de dados

Valor percentual	Representação do relevo
0-5	Plano
5-8	Suave ondulado
8-15	Ondulado
15-20	Ondulado
20-30	Forte ondulado
30-45	Forte ondulado
>45	Montanhoso/Escarpado

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2006).

O mapa do tipo de solo detalhado foi elaborado através de programação em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico). A análise LEGAL do SPRING, é uma ferramenta para análises de mapas, uma linguagem de programação e manipulação espacial onde são realizadas operações sobre os mapas temáticos, MNT e imagem. A análise utilizada para a classificação do solo se apresenta resumida na forme de fluxograma, apresentado a seguir na Figura 9, onde foram relacionadas às classes da declividade em porcentagem com o tipo de solo específico para área, os quais tiveram como base o mapa da EMBRAPA, o estudo da Mineropar (2002) e a análise granulométrica das amostras de solo, que foram descritas no item a seguir.

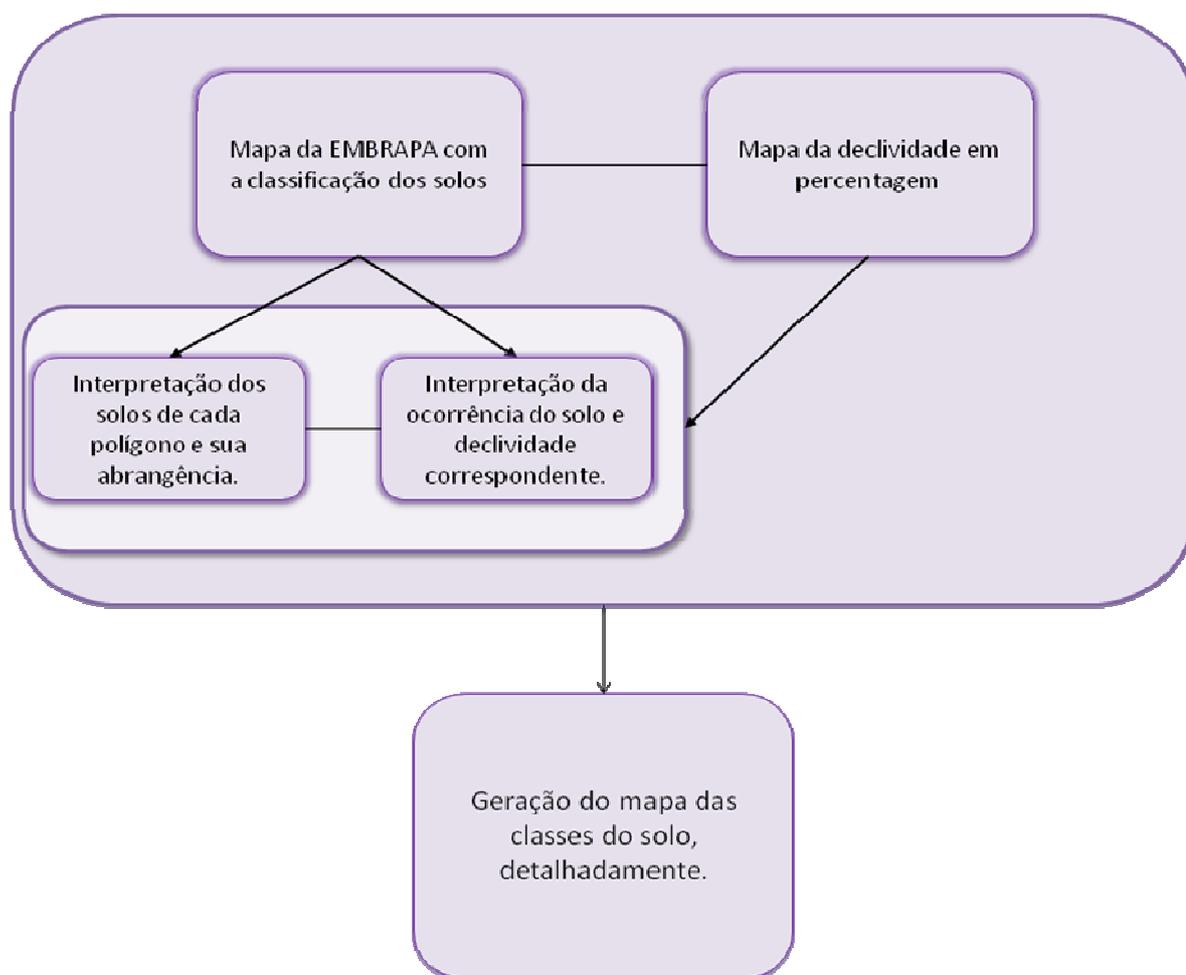


Figura 9 - Fluxograma da análise LEGAL para geração do mapa de classes do solo.
Fonte: Autoria própria.

Com o mapa da declividade em porcentagem e o mapa do tipo de solo da área estes foram relacionados, gerando uma nova carta geográfica sobre a estabilidade do terreno através de programação em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), demonstrado no fluxograma apresentado a seguir na Figura 10.

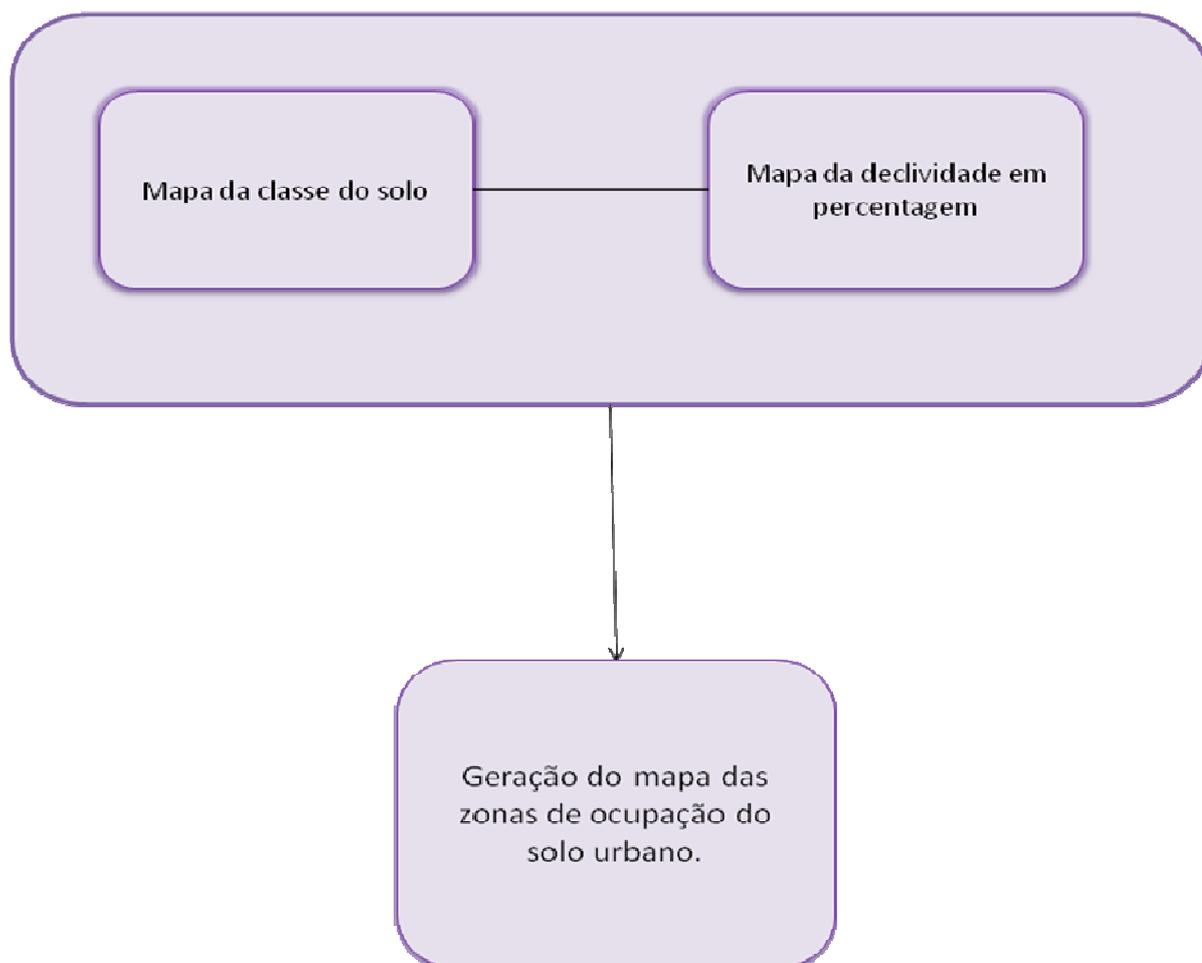


Figura 10 - Fluxograma da análise LEGAL para geração do mapa de potencial de uso do solo urbano.

Fonte: Autoria própria.

Com esta relação pode-se estabelecer áreas de risco de desmoronamento do solo, principalmente em áreas de encostas, ou seja, áreas mais declivosas, onde o solo encontrado é raso e não propício a construção civil. As áreas ficaram divididas conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Classes de ocupação do solo

Valor percentual	Classes do solo	Classe de ocupação do solo
0-5	Latossolo	Ocupação livre
5-8	Latossolo	Ocupação livre
8-15	Nitossolo	Ocupação livre
15-20	Chernossolo	Ocupação livre
20-30	Chernossolo	Ocupação parcial
30-45	Neossolo	Ocupação restrita
>45	Neossolo	Área de preservação permanente

Fonte: Autoria própria.

3.3 ANÁLISE TEXTURAL

A textura ou granulométrica refere-se à proporção de argila, silte e areia do solo. Esta análise é de grande valia para classificação do perfil do solo, possibilitando uma classificação do mesmo. A metodologia empregada foi a da EMBRAPA (1997).

Primeiramente foram determinados os locais para coleta do solo, que variaram conforme a cobertura apresentada e a possibilidade de coleta de amostras. Os locais escolhidos foram os que não constituíam aterros, ou como sendo áreas de corte ou de depósito de material inerte. Os locais foram georeferenciados, com GPS (Figura 11), fotografados, e na medida do possível igualmente distribuídos de forma a serem locais representativos ao estudo em questão.



Figura 11 - Georeferenciamento de pontos de coleta com GPS.

Fonte: Autoria própria.

Para essas análises foram coletadas 21 amostras de solos em pontos possíveis, ou seja, sem que houvesse aterro, corte ou depósito no terreno, sendo: seis amostras do bairro Industrial, cinco do bairro Jardim Seminário e dez do bairro São Cristóvão. A localização das mesmas está apresentada na Figura 12 para o bairro Industrial, na Figura 13 para o bairro Jardim Seminário e na Figura 14 para o bairro São Cristóvão.

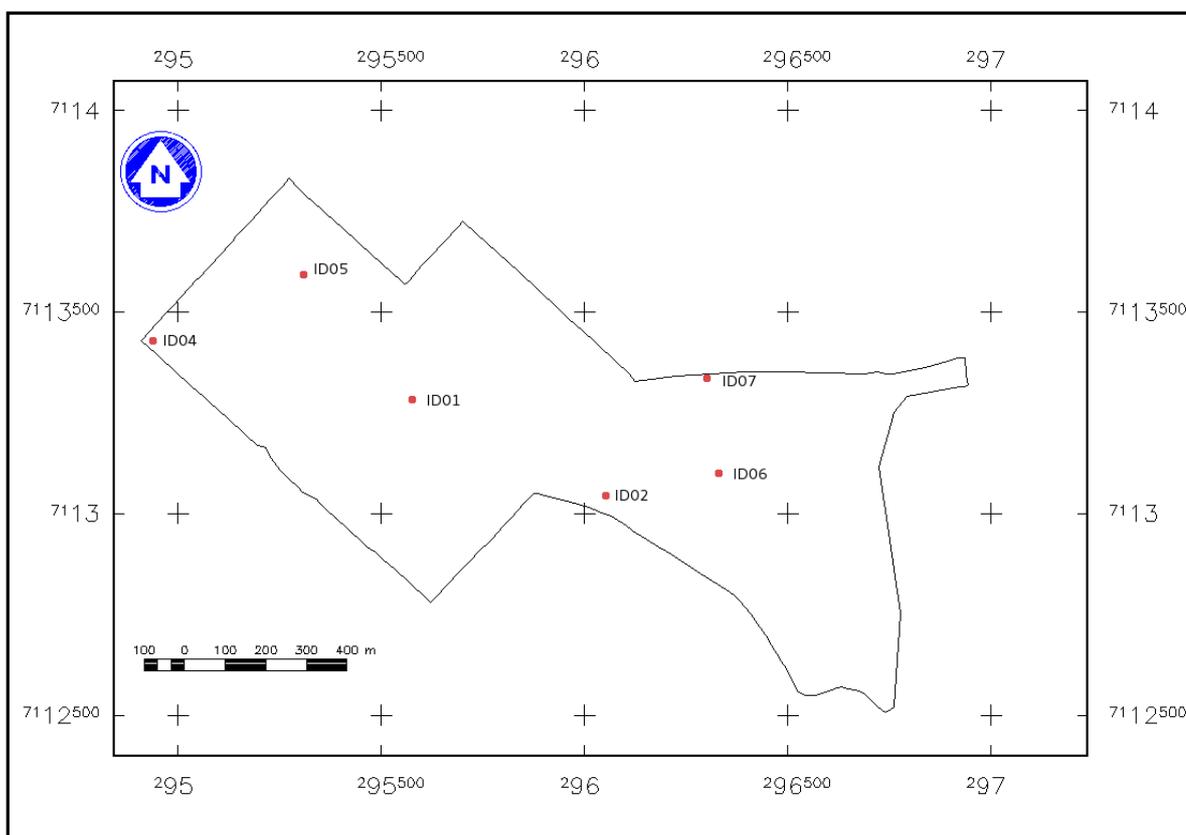


Figura 12 - Pontos de coleta de solo para o bairro Industrial.
Fonte: Autoria Própria.

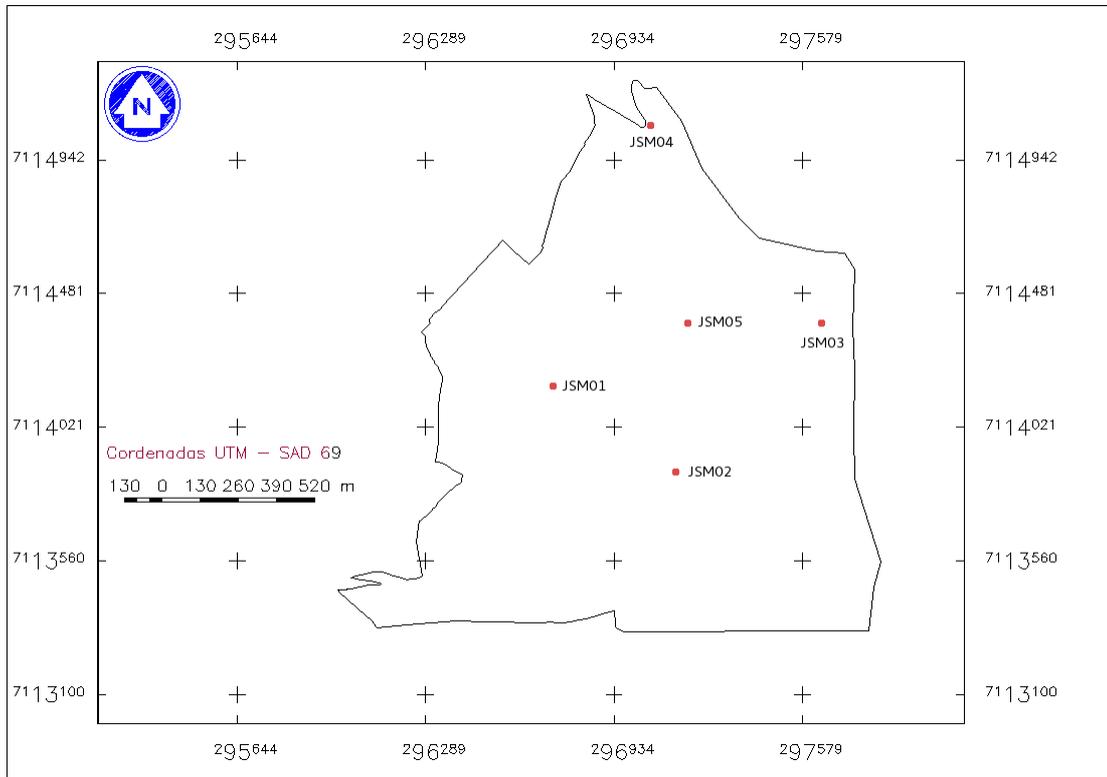


Figura 13 - Pontos de coleta de solo para o bairro Jardim Seminário.
Fonte: Autoria Própria.

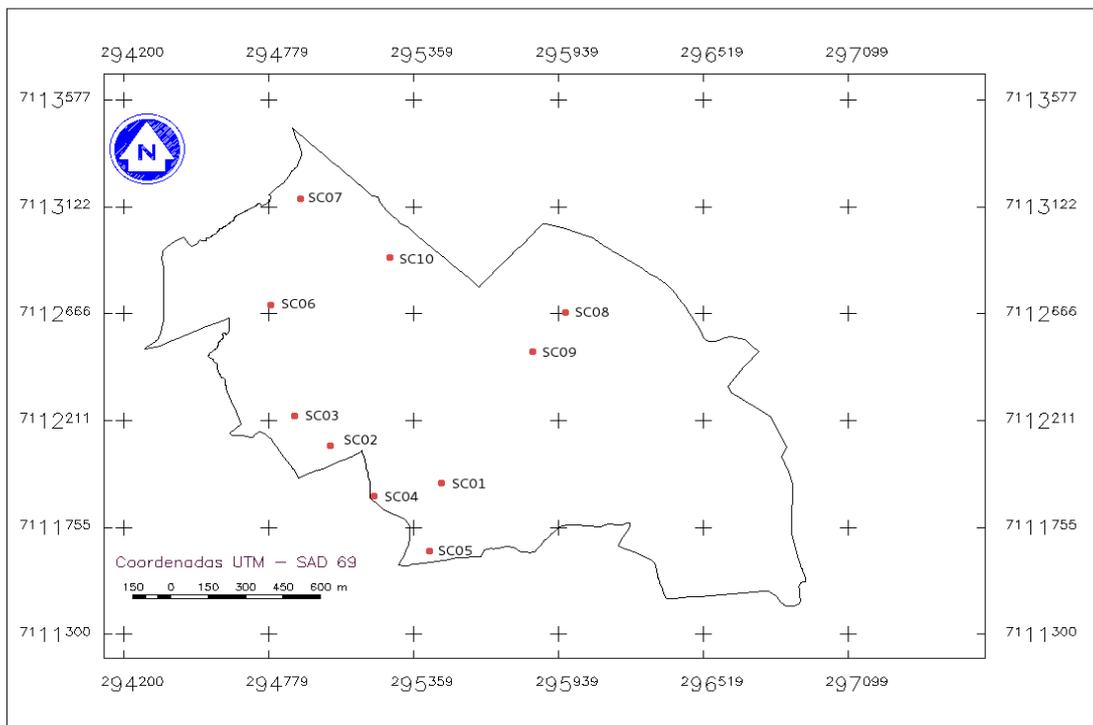


Figura 14 - Pontos de coleta de solo para o bairro São Cristóvão.
Fonte: Autoria Própria.

O procedimento de coleta se constitui-se na limpeza da superfície do solo (Figura 15a), retirada com profundidade de 0 - 20 cm com auxílio de trado holandês (Figura 15b e Figura 15c), e então etiquetado e armazenado (Figura 15d). Para coleta optou-se por um dia ensolarado precedidos de dias secos, sem índices de pluviosidade, o que posteriormente contribuiu para o processo de destorroamento e secagem do solo.



Figura 15 - Coleta de amostra de solo: a) limpeza superficial; b) trado holandês; c) coleta da amostra; d) amostra de solo coletada.

Fonte: Autoria própria.

No início das análises o solo foi destorroado manualmente, onde se desmanchou os aglomerados maiores, que se formaram no ato de coleta com o

trado holandês e armazenamento do solo, devido à umidade ainda presente no mesmo. Em seguida foi seco ao ar em temperatura ambiente, à sombra, (Figura 16a), no laboratório da UTFPR *campus* Francisco Beltrão. Já secas as amostras foram destorroadas com cuidado para apenas desmanchar os aglomerados de solo que ainda restaram devido à umidade (Figura 16b), em seguida quarteadas (Figura 16c) e então estavam as amostras preparadas para as análises cabíveis (Figura 16d).

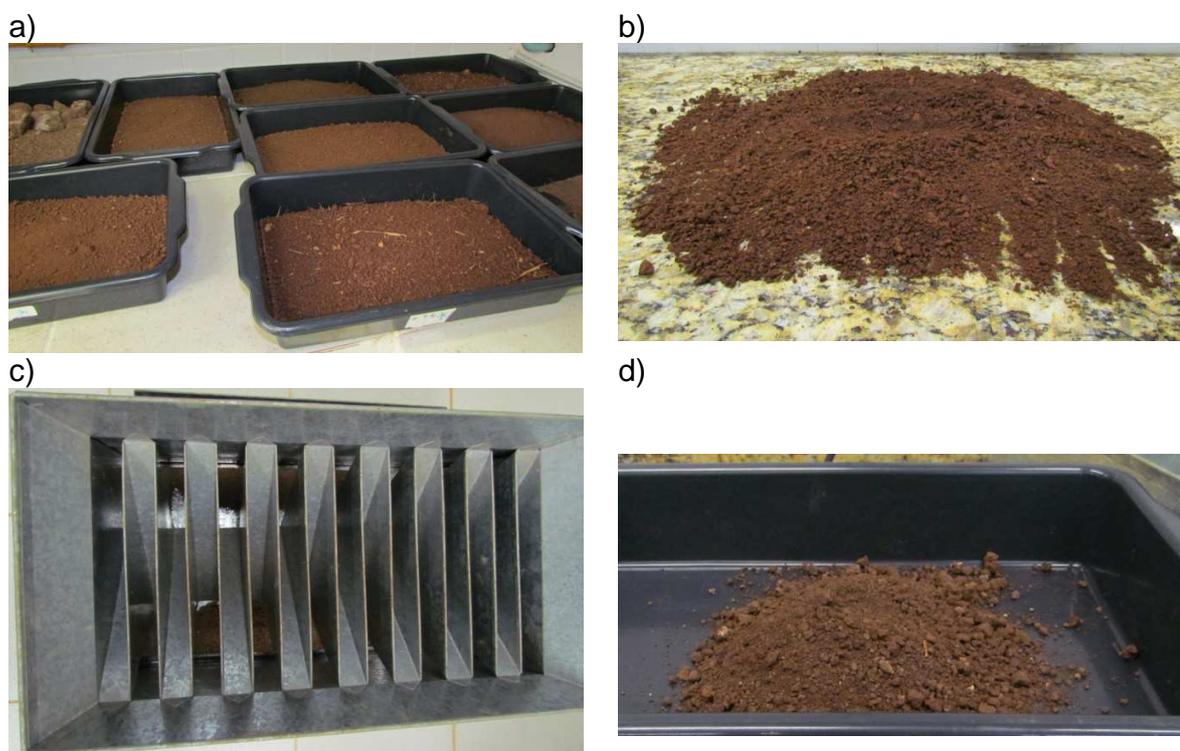


Figura 16- Preparação da amostra de solo: a) solo seco; b) solo destorroadado; c) amostra quarteada; d) pronta para análise.

Fonte: Aatoria própria.

A primeira análise realizada foi a de Terra fina, Cascalho e Calhaus, e o procedimento, após a amostra preparada, consistiu-se na pesagem inicial da amostra, que foram utilizados 300g (Figura 17a). Em seguida a mesma foi submetida em um conjunto de duas peneiras uma de superior de malha 20 mm (calhaus) e outra inferior com malha 2 mm (cascalho), no ro-tap (Figura 17b), com agitação média, durante 15 minutos, resultando na separação de três frações do solo (Figura

17c). Na sequência o material retido foi pesado e colocado em um Becker, com água destilada e com 10ml de solução normal de Hidróxido de Sódio (NaOH), aqui tendo a função de dispersante. O mesmo foi agitado com bastão de vidro várias vezes ao dia e mantido por uma noite na solução. No dia seguinte as amostras foram lavadas sobre a peneira de 2 mm, secas em estufa a 40°C, esfriadas e novamente pesadas. A fração de solo que se perdeu na lavagem foi acrescentada a fração de terra fina. Desde já ressalta-se que a porção de calhaus, na maioria das amostras foi nula, já na primeira etapa.

a)



c)



b)



d)



Figura 17 - Análise granulométrica: a) solo preparado e pesado; b) agitador ro-tap e peneiras; c) frações do solo separadas; d) amostra de solo para segunda análise.

Fonte: Autoria própria.

Com o peso da amostra original (a), do cascalho (b) e dos calhaus (c), calcula-se através das seguintes expressões:

- ▶ **Terra fina** (g/kg) = $1000 - \{1000x[(b+c)/a]\}$
- ▶ **Cascalho** (g/kg) = $1000x(b/a)$
- ▶ **Calhaus** (g/kg) = $1000x(c/a)$

A segunda análise realizada foi à análise granulométrica. Utilizou-se a análise de Dispersão Total, mais conhecida como Método da Pipeta. Ela se baseia na velocidade de queda das partículas que compõe o solo, Lei de Stockes, onde se fixa o tempo para queda das partículas na suspensão do solo com água, acrescido de um dispersante, no caso utilizou-se o Hidróxido de Sódio (NAOH) em concentração 1N (1 normal, ou seja, 1 mol de Hidróxido de Sódio para 1 litro de água).

Colocou-se 20g de solo em Becker plástico de 250 mL. Adicionou-se 100 mL de água e 10 ml de solução normal de hidróxido de sódio. Agitou-se o material com bastão de vidro e deixou-se em repouso durante uma noite, cobrindo o copo com vidro de relógio.

Transferiu-se o conteúdo para copo metálico do agitador elétrico "stirrer" com o auxílio de um jato de água, deixando o volume em torno de 300 ml. Colocou-se o copo no agitador e proceder à agitação durante 15 minutos, pois se tratavam de solos argilosos.

Passou-se o conteúdo através de peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (nº 270), colocada sobre um funil tendo logo abaixo uma proveta de 1000 ml. Lavou-se o material retido na peneira com água. Completou-se o volume da proveta até o aferimento, com o auxílio de uma pisseta.

Agitou-se a suspensão durante 20 segundos com um bastão, marcou-se o tempo após concluir a agitação. Calculou-se o tempo de sedimentação da argila (fração menor que 0,002mm de diâmetro), em suspensão aquosa, para uma profundidade de 5cm, de acordo com a temperatura encontrada na amostra e os

dados constantes na Tabela 5, a seguir, o qual é calculado pela Lei de Stokes, considerando a densidade de partícula (real) igual a 2,65.

A partir da temperatura da amostra, observa-se na

Após concluído o tempo de sedimentação, foi inserida uma pipeta de 50ml, juntamente a um pipetador de borracha (pêra) e coletada as 50ml da suspensão de argila. A mesma foi transferida para um cadinho de porcelana, previamente calcinado, seco em dissecador e pesado. Após secagem, durante uma noite em estufa a 40°C, o cadinho + suspensão coletada foram esfriados em dissecador e então pesados, obtendo o peso da argila e do resíduo da prova em branco.

Tabela 5 o tempo de sedimentação da mesma, para então dar-se continuidade a análise.

Após concluído o tempo de sedimentação, foi inserida uma pipeta de 50ml, juntamente a um pipetador de borracha (pêra) e coletada as 50ml da suspensão de argila. A mesma foi transferida para um cadinho de porcelana, previamente calcinado, seco em dissecador e pesado. Após secagem, durante uma noite em estufa a 40°C, o cadinho + suspensão coletada foram esfriados em dissecador e então pesados, obtendo o peso da argila e do resíduo da prova em branco.

Tabela 5 - Velocidade de Sedimentação pela Lei de Stokes.

Temperatura °C	Tempo	Temperatura °C	Tempo
10	5h11'	23	3h43'
11	5h03'	24	3h38'
12	4h55'	25	3h33'
13	4h47'	26	3h28'
14	4h39'	27	3h24'
15	4h33'	28	3h19'
16	4h26'	29	3h15'
17	4h20'	30	3h10'
18	4h12'	31	3h07'
19	4h06'	32	3h03'
20	4h00'	33	2h58'
21	3h54'	34	2h55'
22	3h48'	35	2h52'

Fonte: EMBRAPA, 1997.

Ao completar a lavagem da areia retida na peneira de 0,053 mm com jato forte de água, transferiu-se a fração areia para Becker numerada e de peso

conhecido, e colocou-se na estufa. Após secagem (3 a 5 horas), deixou-se esfriar e pesou-se, com aproximação de 0,05 g, obtendo-se assim o peso da areia.

Preparou-se a prova em branco, colocando o dispersante utilizado em proveta de 1000 ml contendo água. Completou-se o volume, agitou-se durante 20 segundos e marcou-se o tempo. Procedeu-se então conforme as demais amostras.

Para calcular o teor de cada componente, argila, silte e areia, foram utilizadas as seguintes equações:

- ▶ **teor de argila** = [argila (g) + dispersante (g)] - dispersante (g) x 1.000.
- ▶ **teor de areia** = areia (g) x 50.
- ▶ **teor de silte** = 1.000 - [argila (g) + areia (g)].

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o banco de dados constituído em ambiente SPRING e com base nos dados disponíveis dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão, foi possível fazer uma análise, tanto da declividade como do tipo de solo e do uso atual do terreno, relacionando com as leis de ocupação urbana.

Primeiramente para cada bairro foi constituída uma carta, no modelo temático, da declividade em percentagem, em seguida uma carta do tipo do solo, a partir destas duas cartas criou-se a carta do potencial de uso e ocupação do solo se, no modelo temático.

A seguir serão apresentados individualmente os resultados de cada bairro analisado.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO, DO SOLO E CAPACIDADE DE USO DO SOLO DO BAIRRO INDUSTRIAL

Inicialmente, analisando a Tabela 6 podemos observar que as classes de relevo predominantes no bairro Industrial foram as de 0 – 5%, relevo plano, seguida pela classe de 8 – 15%, de relevo ondulado, ambas com pouco mais de 22% da área total do bairro. A classe de relevo de 5 – 8% apresenta-se em quase 12% da área, sendo um relevo suave ondulado. Com um relevo médio, de 15 – 20% também com característica ondulado temos uma área de pouco mais de 10% do bairro. As classes mais declivosas, com relevo mais marcantes correspondem á 12,57% da área total do bairro, para a declividade de 30 – 45%, sem um relevo forte ondulado e de 5,6% para relevos acima de 45%, chegando ao percentual de quase 6%.

Podemos destacar, que a área total de preservação permanente para o bairro Industrial, constituída por área com declive montanhoso, acima de 45% seria um percentual pequeno em comparação à área total do bairro, de 5,61% ou 6,07ha. Desta forma seria completamente viável a implantação desta área de preservação permanente, a qual já é prevista na Lei Federal nº 12.651, de 25 de Maio de 2012 – Código florestal brasileiro.

Tabela 6 - Demonstrando as classes declividade do Bairro Industrial.

Declividade (%)	Área (ha)	Percentagem
0 -5	24,47	22,63
5 – 8	12,37	11,44
8 – 15	24,70	22,84
15 – 20	10,10	10,17
20 – 30	15,92	14,73
30 – 45	13,59	12,57
> 45	6,07	5,61
Total	108,13	100

Fonte: Autoria própria.

A Figura 18 mostra as diferentes classes da declividade no bairro Industrial. Podemos perceber que as declividades mais elevadas se apresentam na grande maioria apenas na parte mais afastada do bairro, em uma faixa única, desta forma viabilizando a implantação da área de preservação permanente na área com declividade superior a 45% (faixa branca), bem como uma revisão do parcelamento do solo para as áreas com declive acentuado, acima de 20%, onde a ocupação do solo dele ser parcial e restrita, buscando maior segurança à população bem como a preservação dessas áreas de encostas evitando acidentes futuros.

A Tabela 7 apresentada a seguir relaciona o tipo de solo encontrado com a área do bairro. O solo mais encontrado é o latossolo em 34% do bairro, este é um solo profundo com boa estabilidade para edificações, pois é um solo maduro. Quase metade da área total do bairro se apresenta como nitossolo e chernossolo com média de 23% cada, estes solos não são tão estáveis quanto o latossolo, exigindo cuidados e preparações maiores para edificações pois são solos mais jovens e rasos. O neossolo, que se apresenta em 18% da área não é um solo apto a edificações, pois é raso e com o horizonte é pouco profundo logo sobre a rocha, este solo necessita de vegetação o recobrindo para evitar que sua parte superficial se perca por erosão, é um solo típico de encostas íngremes para a região.

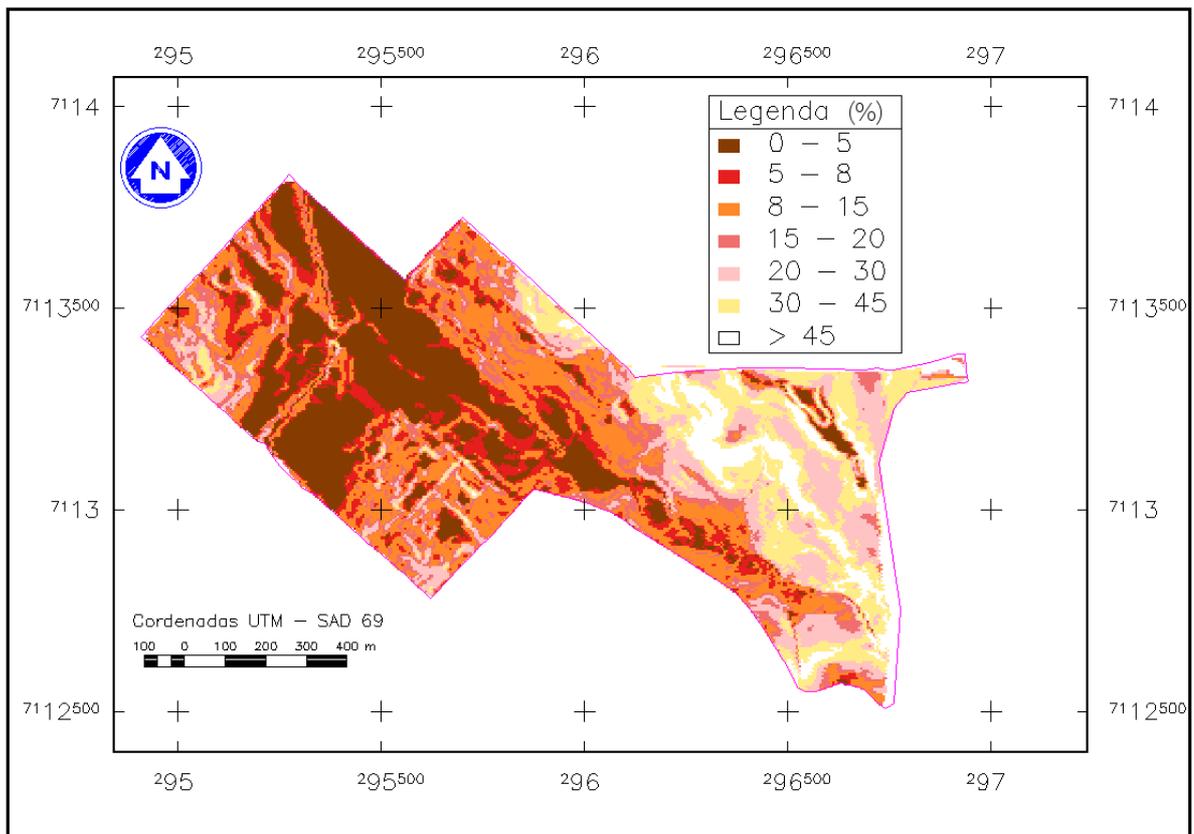


Figura 18 - Carta da declividade em porcentagem do bairro Industrial.
Fonte: Autoria própria.

Tabela 7 - Demonstrando os tipos de solo do Bairro Industrial

Solo	Área (ha)	Porcentagem
Latossolo (LV)	36,84	34,07
Nitossolo (NV)	24,70	22,84
Chernossolo (CH)	26,92	24,89
Neossolo (RR)	19,67	18,19
Total	108,13	100

Fonte: Autoria própria.

A Figura 19 traz a carta da classificação do solo para o bairro Industrial, e percebe-se que o neossolo se concentra na região que coincide com as faixas de declividade mais acentuadas, e conseqüentemente coincide com a área de preservação permanente e abrange ainda área de ocupação restrita e parcial, as quais também devem manter parte da cobertura vegetal para minimizar os riscos de desastres naturais.

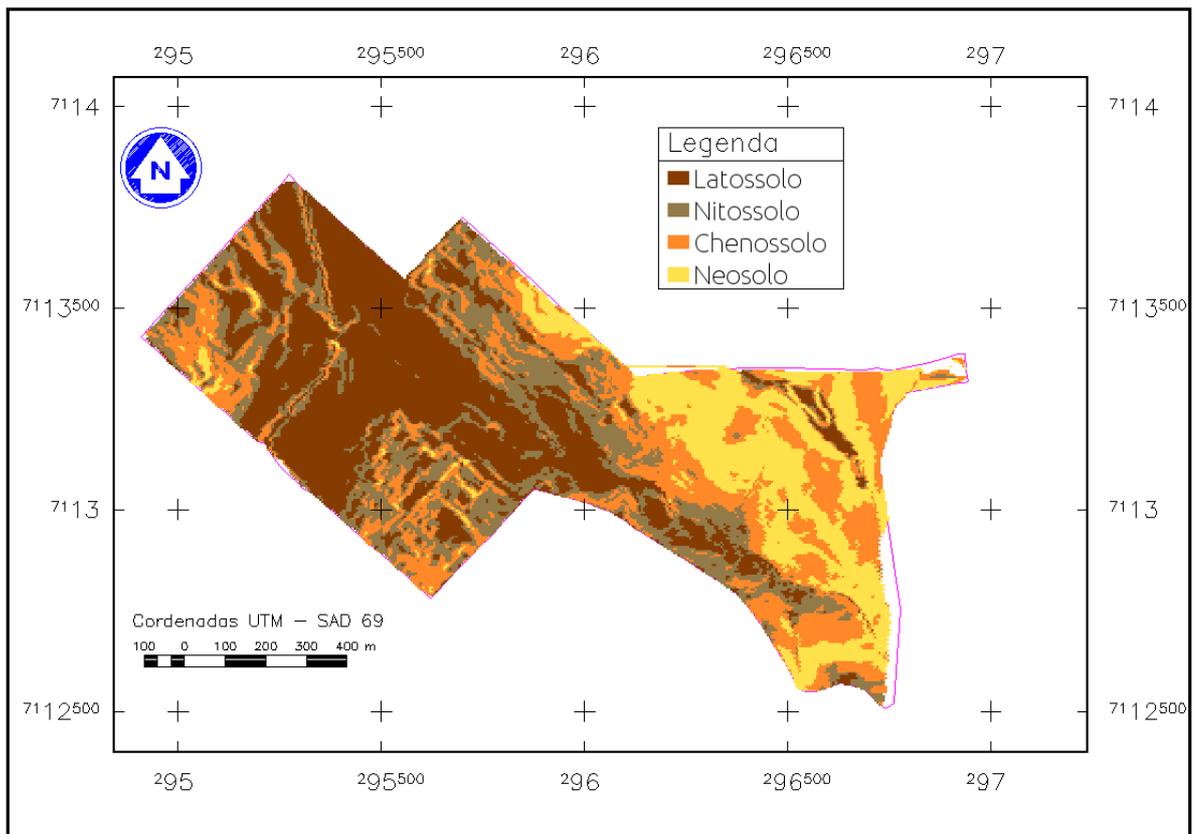


Figura 19 - Carta de classes de solos do bairro Industrial.
Fonte: Autoria própria.

Analisando a Tabela 8, com as classes do potencial de uso do solo para o bairro Industrial, temos como área livre para ocupação urbana e edificações um percentual de quase 70% do bairro. Como ocupação parcial, ou seja, onde o terreno pode ter ocupação em uma percentagem menor que os demais (localizados nas zonas de ocupação livre) e deve possuir vegetação para auxiliar na estabilidade do solo, temos uma área de 14,7%. Já como zona restrita a ocupação, ou seja, áreas onde a ocupação urbana pode ocorrer desde que não existam demais áreas a serem ocupadas, como 12%; e áreas de preservação permanente de 5,6%.

Tabela 8 - Demonstrando a capacidade de ocupação do solo do Bairro Industrial.

Ocupação	Área (ha)	Porcentagem
Livre	72,53	67,08
Parcial	15,92	14,72
Restrita	13,59	12,57
Preservação	6,08	5,62
Total	108,13	100

Fonte: Autoria própria.

Caso fosse anexada à área de ocupação restrita a área de preservação permanente, teríamos 18,2% apenas da área total do bairro pertencente a essas duas classes. Essa anexação é passível, desde que haja um interesse da prefeitura municipal e do órgão ambiental competente.

Na Figura 20, apresentada a seguir, pode-se observar a viabilidade, para esta anexação, pois tal área está localizada uma faixa mais afastada do centro do bairro. Esta medida de implantação de preservação permanente é prevista em lei e no plano diretor do município e trará benefícios à população e ao meio ambiente, diminuindo impactos ambientais negativos e melhorando a estabilidade do solo nestas encostas, bem como diminuindo os riscos de deslizamentos das mesmas.

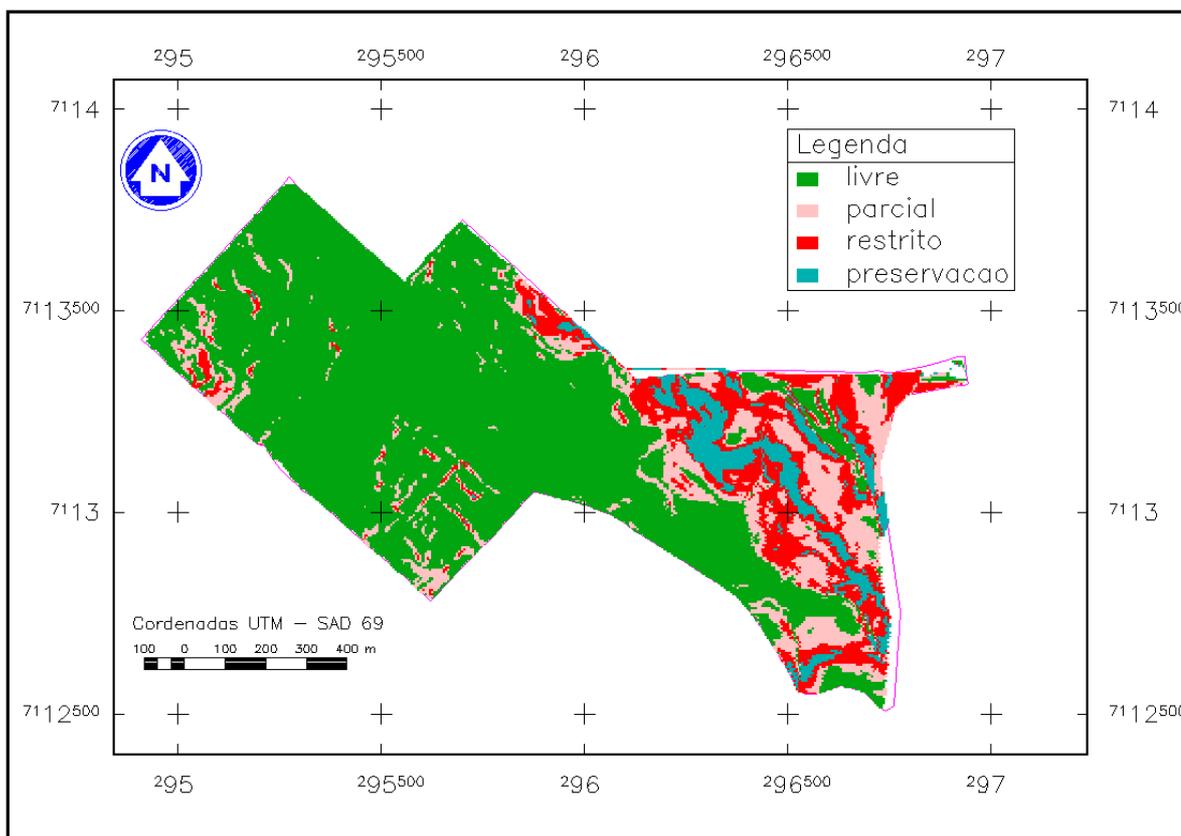


Figura 20 - Carta de capacidade de uso do solo urbano para o bairro Industrial.
Fonte: Autoria própria.

Sobrepondo a carta Capacidade de Uso do Solo do bairro Industrial a uma imagem do Satélite GeoEye da Google, com a data de 20 de maio de 2012, conforme é mostrado na Figura 21 apresentada a seguir, observa-se, que nas áreas de preservação permanente e de ocupação restrita já iniciou-se o processo de

ocupação urbana, o que também é demonstrado na Figura 22 e na Figura 23, apresentadas a seguir. Assim sendo, cabe à prefeitura municipal tomar as medidas cabíveis, baseadas na Lei Municipal 3384 de 28 de Agosto de 2007, haja vista que o 32º estabelece para zonas de ocupação restrita (com declividade acima de 30%) a reconstituição da vegetação e o reassentamento das habitações que se encontram nestas áreas. Para as áreas de preservação permanente (com declividade acima de 45%), até a data da imagem pode-se observar que estas se encontravam praticamente em completa conformidade, bastando um pouco mais de atenção do órgão ambiental competente.



Figura 21 - Imagem satélite e mapa de capacidade de ocupação do bairro Industrial.
Fonte: Autoria própria.



Figura 22 – Fotografia do bairro Industrial demonstrando o parcelamento do solo urbano e o início da ocupação em áreas declivosas e de preservação permanente.
Fonte: Autoria própria.



Figura 23 – Fotografia do bairro Industrial demonstrando o parcelamento do solo urbano e o início da ocupação em áreas declivosas e de preservação permanente.
Fonte: Autoria própria.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO, DO SOLO E CAPACIDADE DE USO DO SOLO DO BAIRRO JARDIM SEMINÁRIO

Para as análises do bairro Jardim Seminário, temos a Tabela 9 onde são apresentadas as classes da declividade do terreno e as áreas correspondentes.

Tabela 9 - Demonstrando as classes declividade do Bairro Jardim Seminário.

Declividade (%)	Área (ha)	Porcentagem
0 -5	29,86	14,13
5 – 8	24,55	11,38
8 – 15	54,65	25,86
15 – 20	25,60	12,11
20 – 30	30,80	14,56
30 – 45	29,30	13,87
> 45	17,08	8,08
Total	211,82	100

Fonte: Autoria própria.

Pode-se perceber que a classe de declive de 8 – 15% de relevo ondulado se apresenta em maior área em relação as demais, esta classe de declividade pode ser aproveitada inteiramente para edificações urbanas. Na sequência, com uma área média de 14% temos as classes de 0 – 5% com relevo plano e as classes de 20 – 30% e 30 – 45% com relevo forte ondulado, sendo essas últimas classes onde a ocupação urbana está mais restrita. A classe de 5 – 8% com relevo suave ondulado apresentou-se em uma área de 11% de todo o bairro, sendo esta uma classe apta à ocupação urbana por apresentar solos mais profundos e estáveis. A classe de declividade acima de 45%, que apresenta um relevo montanhoso, possui área de 8% de toda extensão do bairro, sendo esta uma pequena parcela a qual é prevista na Lei Federal nº 12.651, de 25 de Maio de 2012 – Código florestal brasileiro como área de preservação permanente.

A Figura 24 traz a carta de declividade do bairro Jardim Seminário, e percebe-se, que as faixas mais claras do mapa, indicando as declividades maiores, dividem-se em três grandes faixas, sendo essas localizadas nos arredores do bairro. As faixas de declividade acentuada não impossibilitam a manutenção de núcleos de vegetação nativa, buscando uma maior estabilidade dessas encostas e menores riscos à população.

O bairro Jardim Seminário merece maior destaque que os demais por ser o mais 'jovem' e não se apresentar totalmente parcelado para fins de edificações urbanas. As faixas de relevo mais marcantes acabam coincidindo com os locais onde existe vegetação de grande porte. Esta vegetação se mostra satisfatória às legislações aplicáveis, à estabilidade e melhoria do solo e à segurança da população. Nas análises texturais apresentadas mais adiante, os resultados encontrados para este bairro foram diferenciados dos demais por possuir vegetação em seus morros e encostas declivosas.

A Tabela 10 apresentada a seguir mostra o tipo de solo encontrado no bairro Jardim Seminário e sua abrangência em área.

De uma forma geral as quatro classificações de solo utilizadas, latossolo, nitossolo, chernossolo e neossolo se apresentaram com praticamente a mesma área, com média de 25% da área para cada solo. Dessas classes de solo em análise para edificações urbanas o neossolo o qual necessita de maior atenção, pois é um solo jovem, raso e sem estabilidade composto por grandes fragmentos de rocha ainda não intemperizadas.

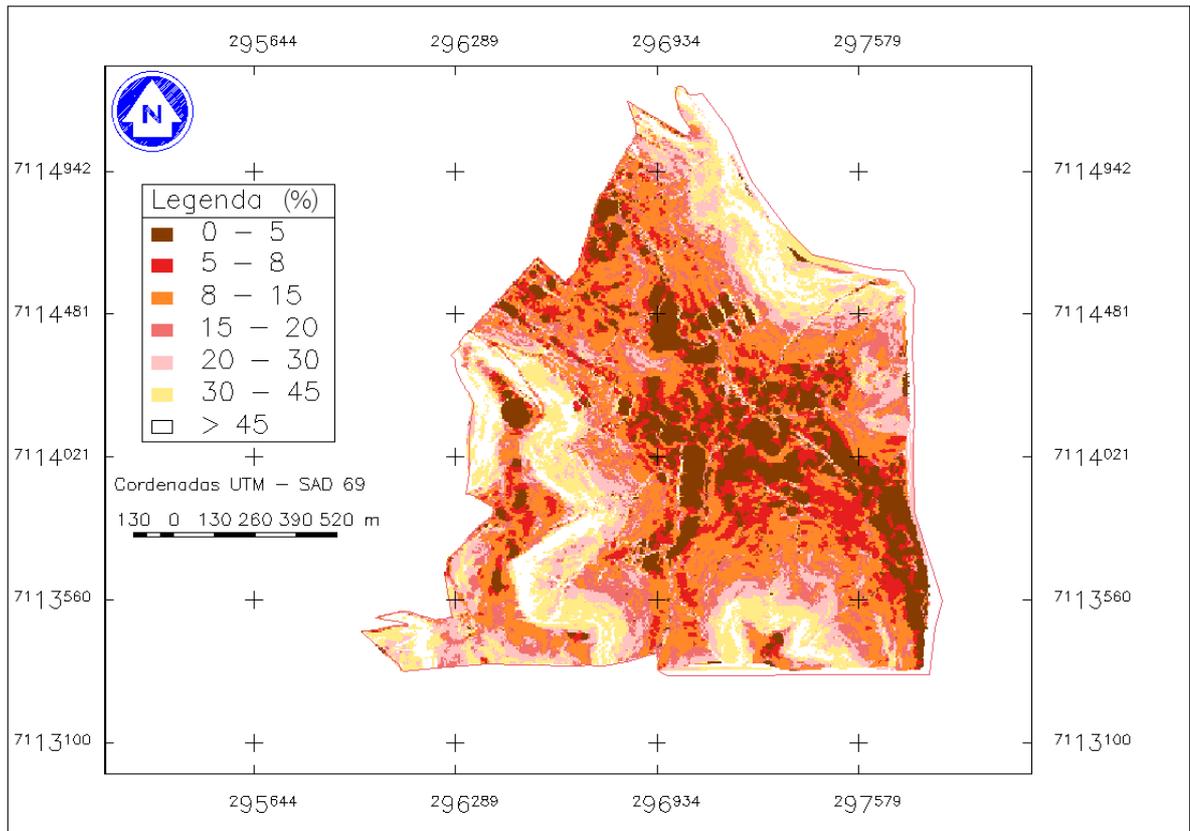


Figura 24 - Carta da declividade em porcentagem do bairro Jardim Seminário.
Fonte: Autoria própria.

Tabela 10 - Demonstrando os tipos de solo do Bairro Jardim Seminário

Solo	Área (ha)	Porcentagem
Latossolo (LV)	53,91	25,45
Nitossolo (NV)	54,65	25,8
Chernossolo (CH)	56,37	26,61
Neossolo (RR)	46,89	22,14
Total	211,82	100

Fonte: Autoria própria.

A Figura 25 apresenta a carta da classificação do solo para o bairro Jardim Seminário. Observa-se que as classes do solo se encontram de forma bem dispersa, porém todo seu vale se apresenta com solos mais profundos possibilitando edificações urbanas. As faixas de solo mais rasos se encontram nas bordas do bairro, sendo possível a manutenção da vegetação nestas áreas.

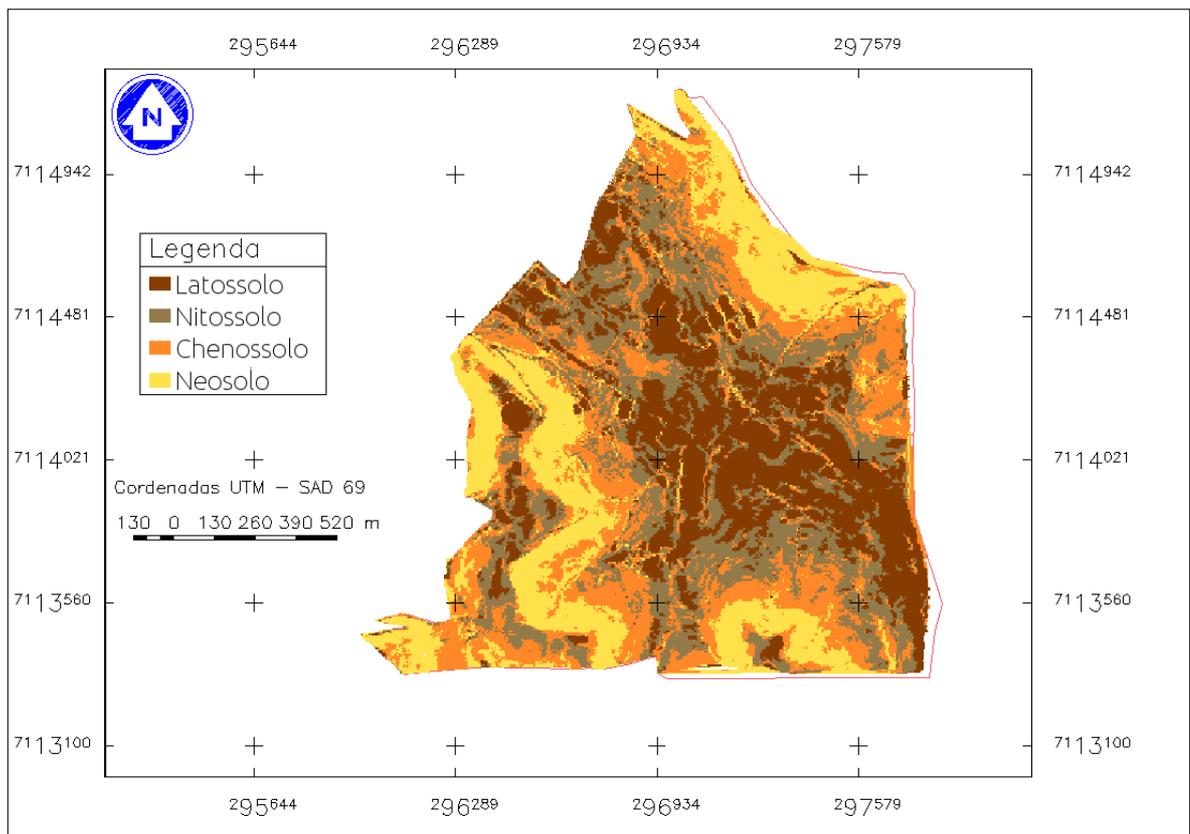


Figura 25 - Carta de classes de solos do bairro Jardim Seminário.
Fonte: Autoria própria.

A Tabela 11 traz as classes do potencial de uso do solo para o bairro Jardim Seminário. Pode-se observar que a área de ocupação livre, onde não se tem um limite da área que pode ser edificada chega a quase 64%, sendo um potencial elevado. A zona de ocupação parcial, onde uma parte do terreno deve possuir vegetação para manter a estabilidade do solo, abrange a 14,5% da área. A área de ocupação restrita, ou seja áreas que não devem ser ocupadas, forma um percentual de 13,8% da área do bairro. As áreas de preservação são de 8,3% da área total.

Tabela 11 - Demonstrando a capacidade de ocupação do solo do Bairro Jardim Seminário.

Ocupação	Área (ha)	Porcentagem
Live	134,16	63,34
Parcial	30,77	14,53
Restrita	29,30	13,83
Preservação	17,59	8,3
Total	211,82	100

Fonte: Autoria própria.

Se unirmos as classes de ocupação restrita com a área de preservação permanente teremos um percentual de 22,13% da área total do bairro, que é passível de manter com a cobertura vegetal. Como esse bairro possui grandes áreas cobertas com vegetação de grande porte e elas estão localizadas nas faixas de relevo mais íngreme e nas zonas de ocupação restrita e de preservação permanente deve-se pensar em uma política administrativa que impeça o desmatamento das mesmas buscando benefícios à população e ao meio ambiente, diminuindo impactos ambientais negativos e melhorando a estabilidade do solo nessas encostas, bem como diminuindo os riscos de deslizamentos das mesmas.

A Figura 26 da carta de potencial de uso do solo do bairro Jardim Seminário, traz as áreas de preservação permanente e de ocupação restrita em pequenas faixas afastadas do vale central do bairro, onde a ocupação urbana já é grande. Estas áreas como já dito anteriormente coincidem com as áreas que já possuem vegetação bastando mantê-las.

Sobrepondo a carta do potencial de uso do solo para o bairro Jardim Seminário a uma imagem do Satélite GeoEye da Google, com a data de 20 de maio de 2012, conforme é mostrado na Figura 27 apresentada a seguir, assim como no bairro Industrial, as áreas de preservação permanente e de ocupação restrita já haviam iniciado o processo de ocupação urbana, como é demonstrando na Figura 28 e Figura 29, apresentadas a seguir.

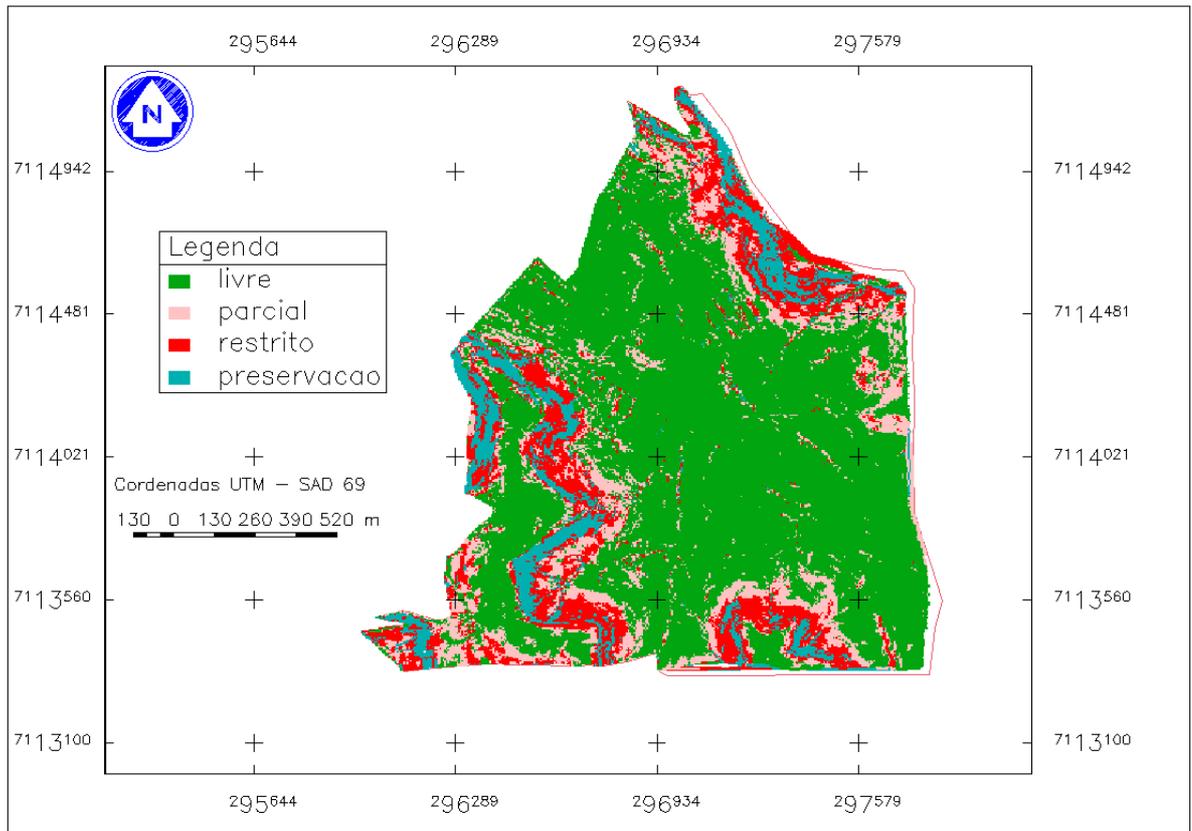


Figura 26 - Carta de capacidade de uso do solo urbano para o bairro Jardim Seminário.
Fonte: Autoria própria.

Assim sendo, cabe à prefeitura municipal tomar as medidas cabíveis, baseadas na Lei Municipal nº 3.384 de 28 de Agosto de 2007, onde em seu artigo 32º estabelece para zonas de ocupação restrita (com declividade acima de 30%) a reconstituição da vegetação e o reassentamento das habitações que se encontram nestas áreas. Para as áreas de preservação permanente (com declividade acima de 45%), até a data da imagem pode-se observar que estas se encontravam com áreas em conformidade com a legislação, porém, em algumas regiões as mesmas já estavam sofrendo com o processo de desmatamento.

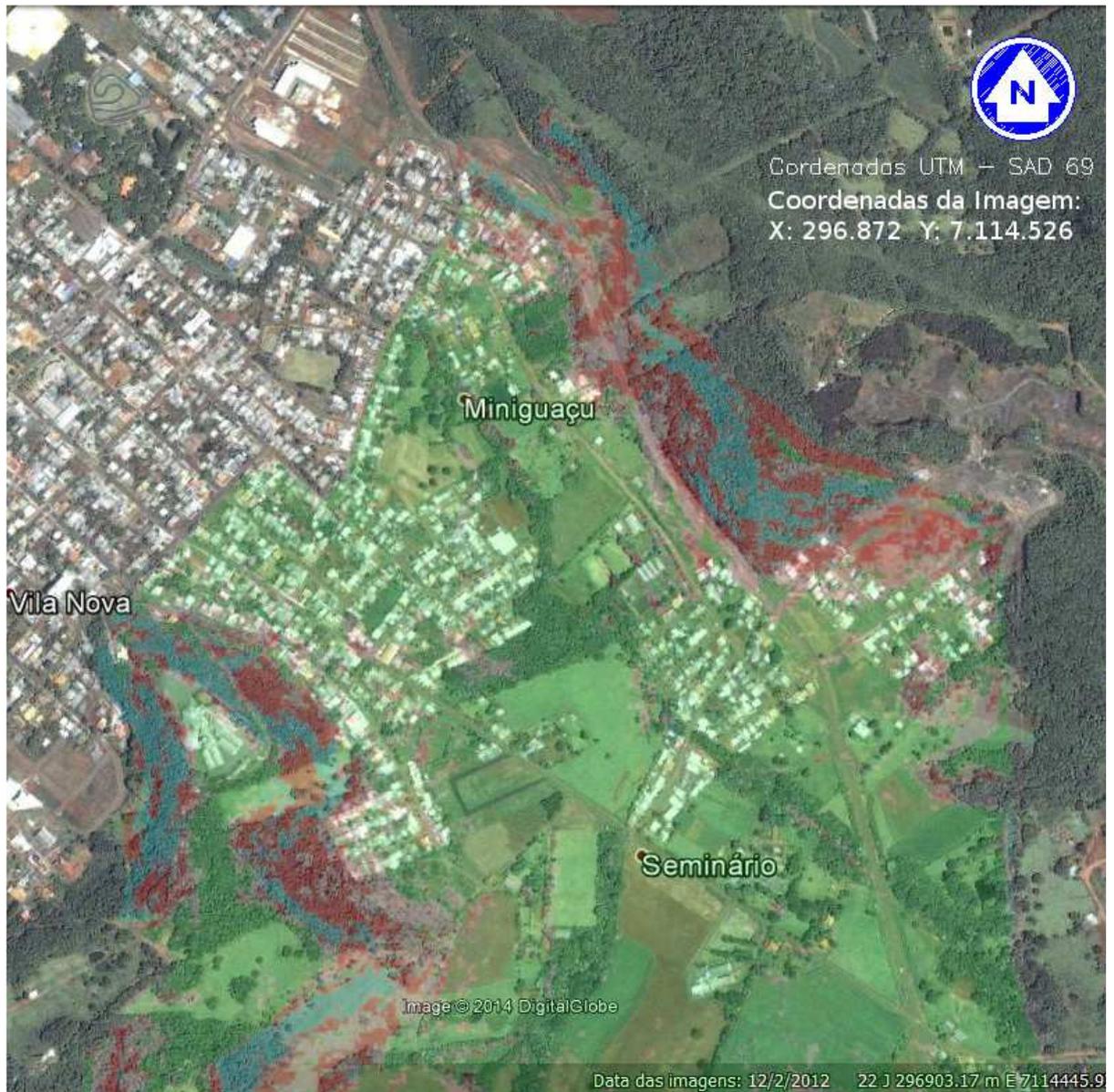


Figura 27 - Imagem satélite e mapa de capacidade de ocupação do bairro Jardim Seminário.

Fonte: Autoria própria.



Figura 28 – Fotografia do bairro Jardim Seminário demonstrando o parcelamento do solo urbano e o início de desmate em áreas de preservação permanente.
Fonte: Autoria própria.



Figura 29 – Fotografia do bairro Jardim Seminário demonstrando o parcelamento do solo urbano e o início de desmate em áreas de preservação permanente.
Fonte: Autoria própria.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO, DO SOLO E CAPACIDADE DE USO DO SOLO DO BAIRRO SÃO CRISTÓVÃO.

Primeiramente, analisando a Tabela 12, com as classes de declividade do bairro São Cristóvão, podemos perceber que a classe de declividade de 8 – 15%, com relevo ondulado apresentou a maior extensão do bairro, com quase 22% da área total, esta classe se apresenta com elevado potencial de uso urbano para edificações. As classes de declividade nas faixas de 0 – 5%, 15 - 20%, 20 – 30% e de 30 – 45% se apresentaram com certa média geral de 15% da área para cada classe. A faixa de declive de 5 – 8% com relevo suave ondulado apresentou em 9% da área do bairro e a faixa com declividade acima de 45% se apresentou em 7% da área do bairro, sendo esta uma pequena porção do terreno, o que facilita maiores cuidados com a mesma.

Tabela 12 - Demonstrando as classes declividade do Bairro São Cristóvão

Declividade (%)	Área (ha)	Porcentagem
0 -5	41,99	15,18
5 – 8	25,19	9,1
8 – 15	60,69	21,94
15 – 20	41,54	15,02
20 – 30	51,38	18,56
30 – 45	36,50	13,19
> 45	19,40	7,01
Total	276,66	100

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 30 pode-se observar que as classes de declividade do bairro São Cristóvão são bem esparsas, comparando com os demais bairros estudados. Desta forma é mais difícil a tarefa de implantar uma área de preservação permanente para o mesmo, pois como existem pequenas áreas declivosas esparsas estas passam por processos de terraplanagem habilitando o terreno para construção civil e diminuindo as encostas, quando o processo é realizado corretamente. Porém existem faixas maiores e mais afastadas que permitem a implantação de vegetação de grande porte.

A Tabela 13, apresentada a seguir, traz as classes de solo para o bairro São Cristóvão e a área correspondente para as mesmas. A classe de solo que mais se

destacou foi o chernossolo, com pouco mais que 33% da área total, este solo é um solo pouco profundo que se apresenta em relevos forte ondulados, os quais não são completamente aptos às edificações, devendo estes possuir uma parte do solo com vegetação para maior estabilidade do terreno. As demais classes de solo, o latossolo, o nitossolo e o neossolo se apresentaram com média de 22% cada, sendo o neossolo com a menor média, de 20% para a área total do bairro.

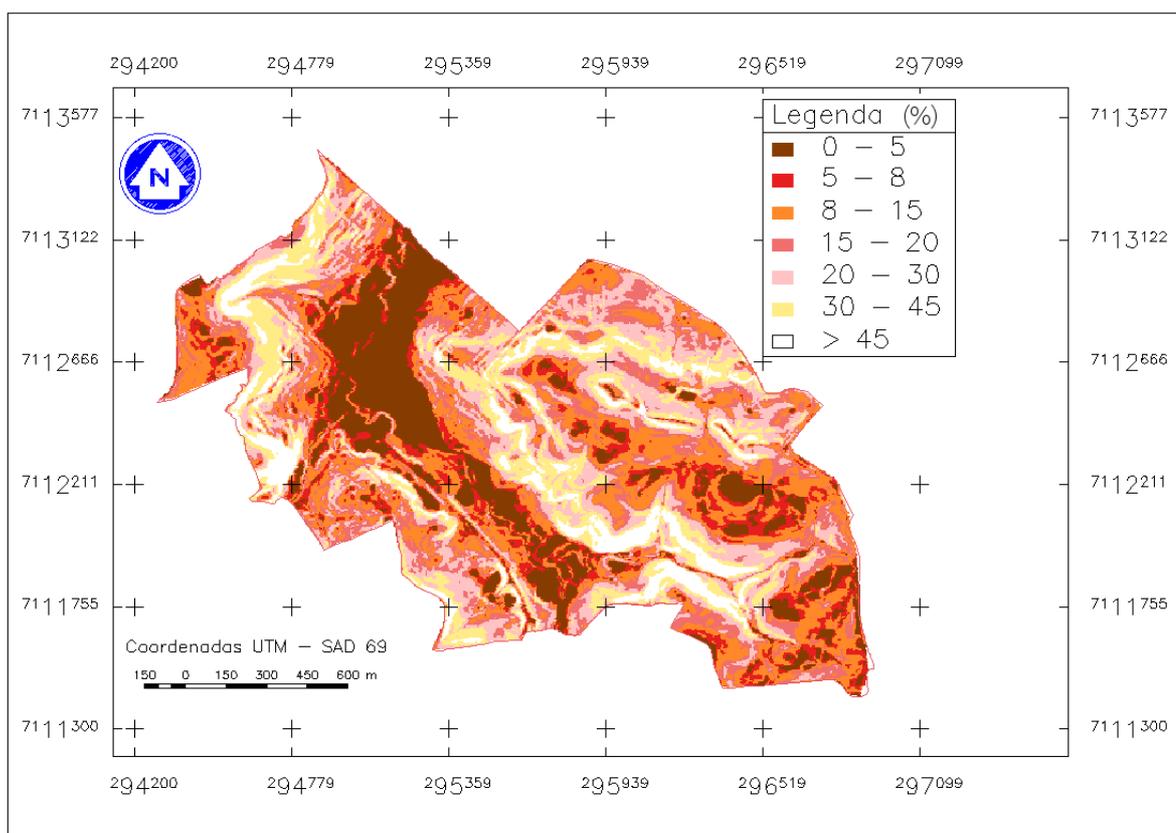


Figura 30 - Carta da declividade em porcentagem do bairro São Cristóvão.
Fonte: Autoria própria.

Tabela 13 - Área do tipo de solo Demonstrando os tipos de solo do Bairro São Cristóvão.

Solo	Área (ha)	Porcentagem
Latossolo (LV)	67,17	24,28
Nitossolo (NV)	60,69	21,94
Chernossolo (CH)	92,87	33,57
Neossolo (RR)	55,93	20,22
Total	276,66	100

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 31, apresentada na sequência, com as classes do solo para o bairro São Cristóvão, pode-se observar a disposição quase igualitária dos tipos de solos, com um leve destaque para o chernossolo aqui representado na cor laranjada. Dessa forma, o neossolo, que não é apto a edificações se apresenta em grandes faixas por toda a extensão do bairro.

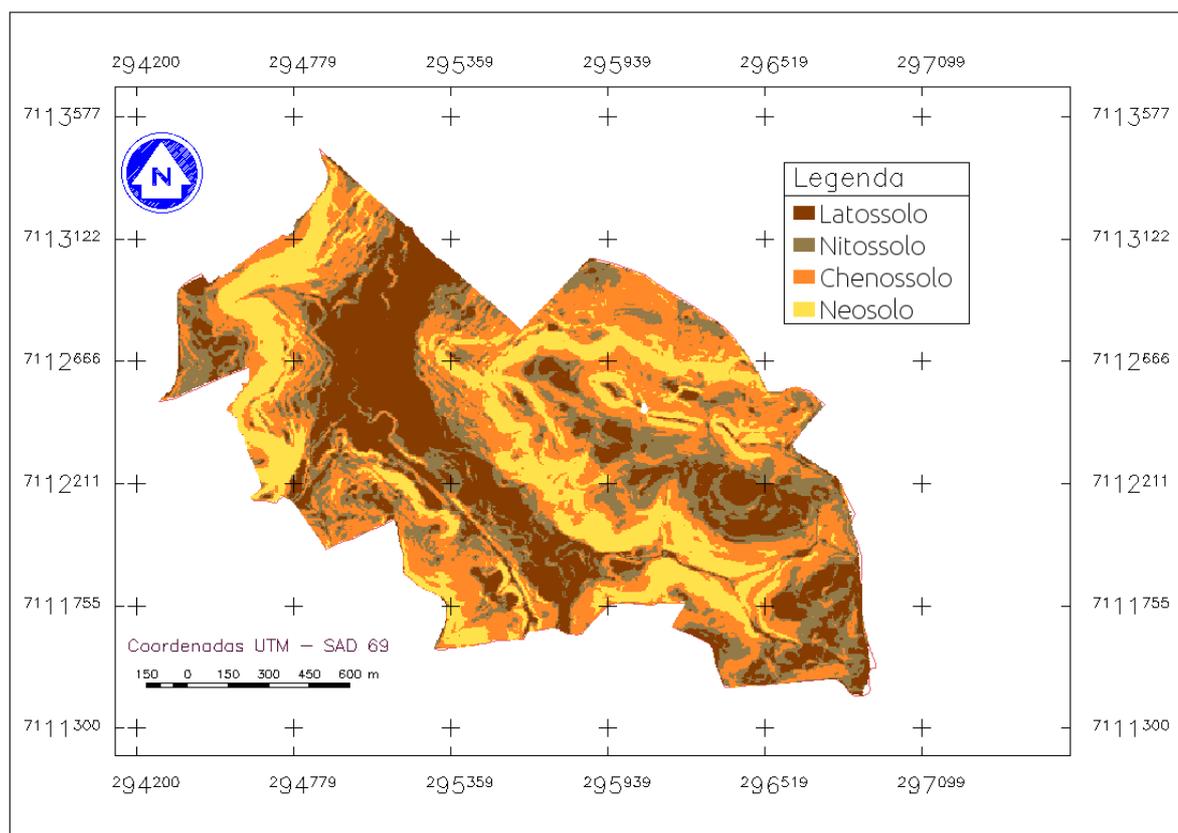


Figura 31 - Carta de classes de solos do bairro São Cristóvão.
Fonte: Autoria própria.

A Tabela 14 apresentada a seguir traz o real potencial de ocupação do solo e a área para cada classe. Esse bairro, em comparação com os outros estudados, possui a menor percentagem para ocupação livre, sendo de 61%, porém é o segundo bairro mais ocupado do estudo e já parcelado em lotes urbanos quase que completamente. Caso as zonas de preservação permanente e de ocupação restrita fossem unidas, teríamos uma área de 20,21% da área total do bairro à qual seria destinada a preservação ambiental, redução de impactos negativos e aumento da

estabilidade do solo garantindo uma maior segurança à população para possíveis escorregamentos destas encostas.

Tabela 14 - Demonstrando a capacidade de ocupação do solo do Bairro São Cristóvão.

Ocupação	Área (ha)	Porcentagem
Livre	169,39	61,23
Parcial	51,34	18,56
Restrita	36,50	13,19
Preservação	19,43	7,02
Total	276,66	100

Fonte: Autoria própria.

A Figura 32 apresentada a seguir traz a carta do potencial de uso do solo do bairro São Cristóvão. Pode-se observar que existe uma grande faixa cortando o bairro ao meio com zonas de ocupação para preservação permanente, restrita e parcial, bem como em uma faixa menor localizada mais a uma lateral do bairro. Apesar dessas áreas não estarem concentradas pode-se pensar em faixas de vegetação, formando áreas verdes as quais podem ser utilizadas para recreação e lazer.

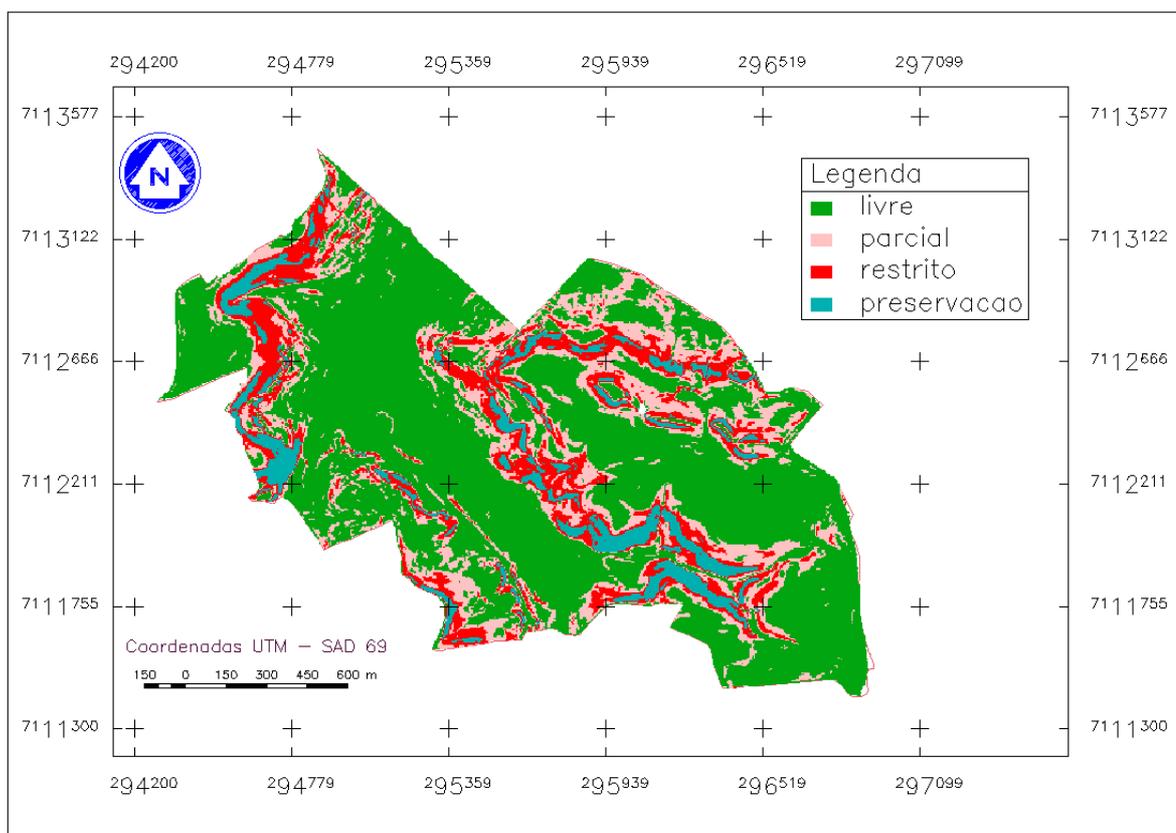


Figura 32 - Carta de capacidade de uso do solo urbano para o bairro São Cristóvão.

Fonte: Autoria própria.

Sobrepondo a carta do potencial de uso do solo para o bairro São Cristóvão a uma imagem do Satélite GeoEye da Google, com a data de 20 de maio de 2012, conforme é mostrado na Figura 33 apresentada a seguir, verifica-se que assim como no bairro Industrial, as áreas de preservação permanente e de uso restrito, já haviam iniciado o processo de ocupação urbana, porém com menor intensidade que nos demais bairros, estando elas concentradas em pequenas manchas no centro do bairro. Essas áreas são passíveis de terraplanagem do terreno, garantindo sua estabilidade. Para as áreas de preservação permanente (com declividade acima de 45%), até a data da imagem pode-se observar que estas se encontravam em conformidade com a legislação. Porém, em visita recente ao bairro pode-se observar, que a faixa de preservação permanente e na área restrita existe há ocupação e áreas já foram desmatadas e parceladas para ocupação urbana, conforme é demonstrado na Figura 34, na Figura 35 e na Figura 36, apresentadas a seguir.

Assim sendo, cabe à prefeitura municipal tomar as medidas cabíveis, pois muitos desses parcelamentos estão infringindo a Lei Federal nº 6.766, de dezembro de 1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, e do artigo 3º, que especifica da não permissão do parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes. Há também a Lei Federal nº 12.651, de 25 de Maio de 2012 - Código Florestal Brasileiro, que em seu artigo 4º considera como área de preservação permanente em zonas rurais ou urbanas as encostas ou partes destas com declividade superior a 45% e ainda com infração à Lei Municipal nº 3.384 de 28 de Agosto de 2007, em seu artigo 32º estabelece para zonas de ocupação restrita (com declividade acima de 30%) a reconstituição da vegetação e o reassentamento das habitações que se encontram nessas áreas.

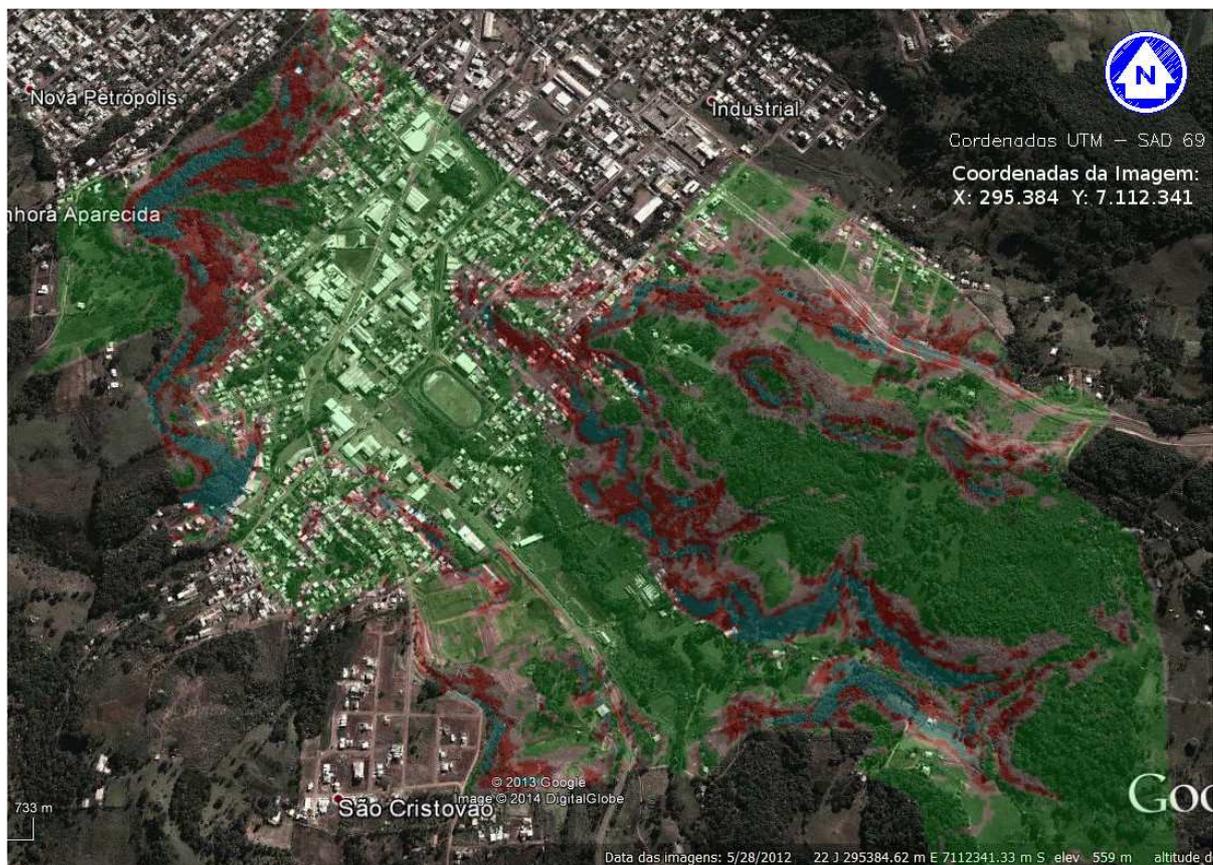


Figura 33 - Imagem satélite e mapa de capacidade de ocupação do bairro São Cristóvão.
Fonte: Autoria própria.



Figura 34 – Fotografia do bairro São Cristóvão demonstrando o parcelamento do solo urbano em áreas de declividade acentuada e preservação permanente.
Fonte: Autoria própria.



Figura 35 – Fotografia do bairro São Cristóvão demonstrando o parcelamento do solo urbano em áreas de declividade acentuada e preservação permanente.
Fonte: Autoria própria.



Figura 36 – Fotografia do bairro São Cristóvão demonstrando o parcelamento do solo urbano em áreas de declividade acentuada e preservação permanente.

Fonte: Autoria própria.

4.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS DOS BAIRROS INDUSTRIAL JARDIM SEMINÁRIO E SÃO CRISTOVÃO.

A análise textural foi de grande valia para este trabalho, contribuindo para classificação do solo na grande ordem (1ª ordem), confirmando a classificação executada no SPRING por análise LEGAL. O mapa da EMBRAPA apresenta o solo de uma forma mais geral, onde os bairros, em quase sua totalidade são representados na mesma classe de solo.

Observa-se na Tabela 15, apresentada a seguir traz os resultados percentuais da análise granulométrica do solo para as 21 amostras, onde são identificadas ao bairro que pertencem pelas iniciais: ID para o bairro Industrial, JSM para o bairro Jardim Seminário e SC para o bairro São Cristóvão.

A partir desses resultados da análise granulométrica podemos apresentar os dados das amostras no triângulo textural, os quais são apresentados na Figura 37 a seguir.

Tabela 15 - Análise granulométrica do solo dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristovão.

Amostra	% da Argila	% Areia	% Silte
ID01	60,6	4,0	35,4
ID02	43,3	5,2	51,5
ID04	65,9	1,3	32,8
ID05	62,5	3,7	33,8
ID06	60,6	10,9	28,5
ID07	42,8	4,9	52,3
JSM01	52,2	2,5	45,3
JSM02	52,8	5,4	41,8
JSM03	41,3	8,5	50,2
JSM04	45,7	3,5	50,8
JSM05	59,6	4,2	36,2
SC01	34,8	5,3	59,9
SC02	45,0	12,0	43,0
SC03	65,1	3,5	31,4
SC04	44,3	4,2	51,5
SC05	64,6	2,8	32,6
SC06	35,9	31,3	32,8
SC07	40,3	2,6	57,1
SC08	55,1	3,9	41,0
SC09	48,9	6,7	44,4
SC10	51,4	7,9	40,7

Legenda: ID - Industrial; JSM - Jardim Seminário; SC - São Cristovão.

Fonte: Autoria própria.

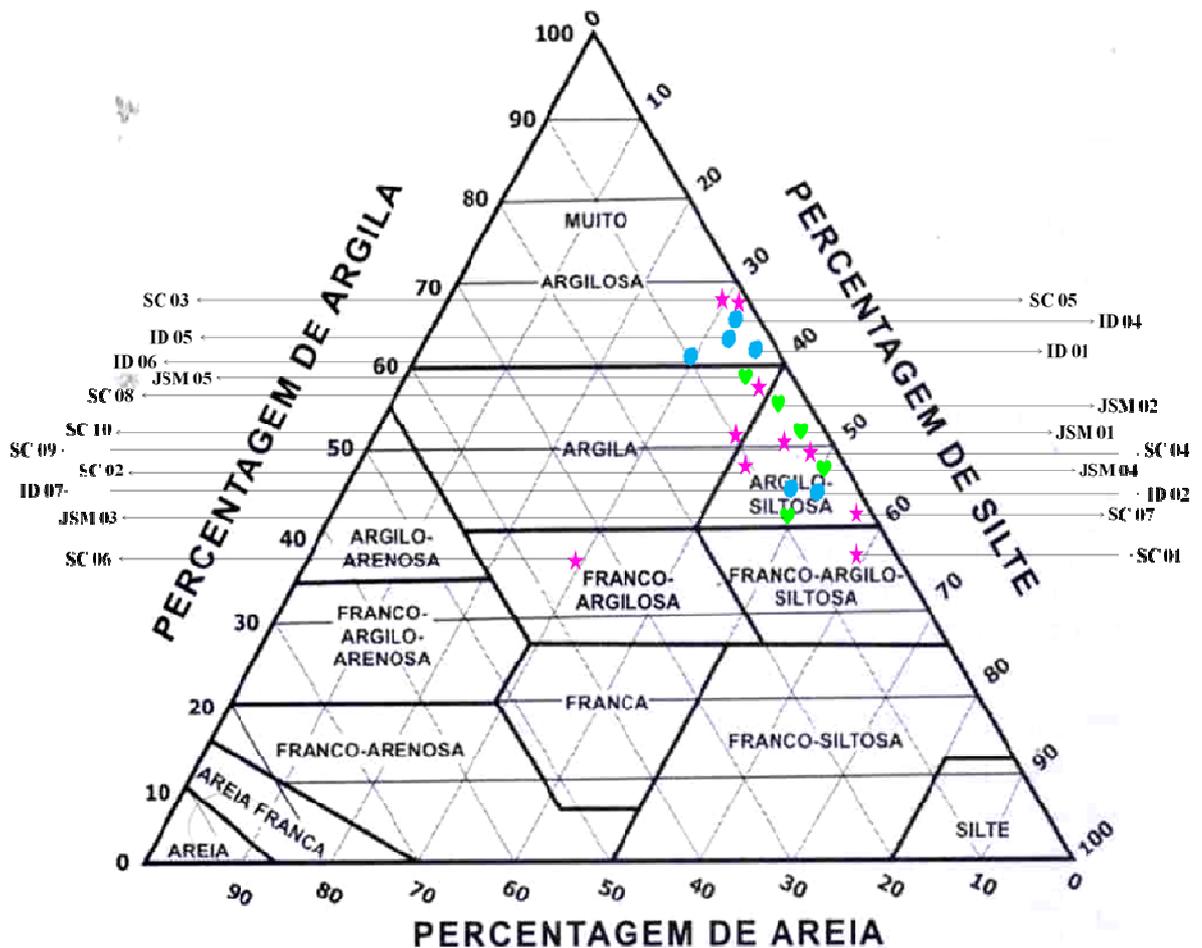


Figura 37 - Apresentação dos resultados no triângulo textural
 Fonte: Adaptado de Santos (2005).

Desta forma, as amostras de solo ficam com a seguinte classificação, tanto do tipo de solo quanto textural, demonstradas na Tabela 16.

Se analisarmos o aspecto textural, em relação à estabilidade das encostas, os solos de textura muito argilosa absorvem melhor a água e são mais profundos, sendo mais resistentes aos escorregamentos e deslizamentos. Na sequência são mais estáveis, os de textura argilosa, seguido pelos de textura argilo-siltosa, franco argilo siltosa e franco argilosa.

Tabela 16- Classificação textural das amostras de solo dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristovão.

Amostra	Tipo do solo	Classificação textural
ID 01	Latossolo	Muito argilosa
ID 02	Nitossolo	Argilo siltosa
ID 04	Chernossolo	Muito argilosa
ID 05	Latossolo	Muito argilosa
ID 06	Chernossolo	Muito argilosa
ID 07	Neossolo	Argilo siltosa
JMS 01	Chernossolo	Argilo siltosa
JMS 02	Latossolo	Argilo siltosa
JMS 03	Chernossolo	Argilo siltosa
JMS 04	Nitossolo	Argilo siltosa
JMS 05	Nitossolo	Argiloso
SC 01	Neossolo	Franco argilo siltosa
SC 02	Nitossolo	Argilo siltosa
SC 03	Latossolo	Muito argilosa
SC 04	Chernossolo	Argilo siltosa
SC 05	Latossolo	Muito argilosa
SC 06	Neossolo	Franco argilosa
SC 07	Neossolo	Argilo siltosa
SC 08	Nitossolo	Argilosa
SC 09	Nitossolo	Argilo siltosa
SC 10	Latossolo	Argilosa

Legenda: ID - Industrial; JSM - Jardim Seminário; SC - São Cristovão.

Fonte: Autoria própria.

4.5 ANÁLISE DA TERRA FINA, DO CASCALHO E DO CALHAU DOS SOLOS DOS BAIRROS INDUSTRIAL JARDIM SEMINÁRIO E SÃO CRISTOVÃO.

A análise realizada de terra fina, cascalho e calhaus, também contribuiu para a confirmação do solo classificado, visto que solos mais profundos e mais intemperizados apresentam uma maior quantidade de terra fina em seu primeiro horizonte (horizonte A) e solos mais jovens apresentam maior quantidade de cascalhos (pedregulhos) e quando muito jovens e rasos apresentam também calhaus (pedras).

A Figura 38 apresentada a seguir mostra o perfil de neossolo com grande quantidade de cascalhos e calhaus bem como uma cobertura vegetal rasa, percebe-se abaixo o acúmulo de solo fino que se deposita por ação de chuvas e da gravidade. A Figura 39, apresentada a seguir demonstra o perfil de neossolo um pouco mais profundo que o anterior, com vegetação de grande porte, percebe-se

que este apresenta um horizonte A mais profundo e logo abaixo fragmentos de rocha e a rocha matriz.



Figura 38 - Perfil de neossolo raso
Fonte: autoria própria.



Figura 39 - Perfil de neossolo
Fonte: autoria própria.

A Tabela 17, a seguir apresenta a análise realizada no bairro Industrial. Pode-se observar que a amostra ID07 foi a única deste bairro a apresentar calhaus, a mesma se localiza em uma faixa de declividade de 20 – 30%, sendo essa não é muito elevada, porém percebe-se a baixa estabilidade deste solo para edificações. As amostras ID04 e ID06 se apresentam na mesma faixa de relevo, de 15 – 20%, nesta faixa de relevo já se pode observar que a quantidade de cascalhos é bem significativa, porém quase que metade da amostra ID07, demonstrando que as áreas ainda estão aptas a receberem edificações.

A amostra ID02 foi coletada em uma área mais elevada, porém não muito declivosa, onde o relevo se encontrava na classe de 8 – 15%, a quantidade de cascalhos é bem reduzida em comparação com a amostra ID 07, de área declivosa, e bem menos significativa se comparada com as amostras ID04 e ID06,

demonstrando assim uma maior estabilidade do solo. A amostra ID05 foi coletada em uma área de declividade baixa, na faixa de 5 – 8 % podemos perceber que a mesma apresenta uma quantidade elevada de cascalho se comparada com a declividade, porém esta área apresenta-se muito compactada devido a passagem contínua de maquinário pesado, o que pode ter influenciado no resultado.

A amostra ID01 foi coletada em uma faixa de relevo de 0 - 5%, desta forma representam um solo mais profundo, com pouca presença de cascalhos, sendo este tipo de solo mais apto a edificações, pois existe uma base para fundações bem como boa estabilidade do terreno. Se compararmos a quantidade de cascalhos presente na amostra ID01 com as demais, percebemos o aumento dos mesmos em grande quantidade desde a amostra ID02, que apresenta o dobro de cascalhos, sendo encontrada na classe de relevo de 8 - 15%, em seguida nas amostras ID04 e ID06, com relevo de 15 – 20% e de mais de cinco vezes na amostras ID07, com relevo de 20 – 30%, demonstrando a menor estabilidade do terreno a medida que a declividade do solo aumenta.

Tabela 17 - Análise Granulométrica terra fina, cascalho e calhaus Bairro Industrial.

Amostra	Terra fina		Cascalho		Calhaus	
	G	%	G	%	G	%
ID 01	301,33	97,36	8,18	2,64	-	-
ID 02	297,29	95,08	15,39	4,92	-	-
ID 04	276,74	92,35	22,92	7,65	-	-
ID 05	275,3	91,05	27,05	8,95	-	-
ID 06	280,29	90,49	29,44	9,51	-	-
ID 07	131,66	45,13	53,35	18,29	106,70	36,58

Fonte: Autoria própria.

A seguir temos a Tabela 18, e nela são apresentadas as análises realizadas para o bairro Jardim Seminário. A amostra JSM01, foi a amostra que mais apresentou cascalhos, sendo esta localizada em uma área com relevo na faixa de 20 – 30%. Comparando esta amostra com a amostra ID07 do bairro industrial, que também se apresentou nesta mesma faixa de relevo, porém com quantidade de cascalhos maiores que o dobro desta e quantidades significativas de calhaus, identificamos a diferença significativa no uso do solo qual se aplica nas proximidades do local de coleta das amostras.

A amostra ID07 é encontrada em quase topo de morro e suas proximidades são todas loteadas, com solo exposto facilitando a erosão e carreamento de partículas, principalmente as mais arredondadas com os cascalhos, já a amostra JSM01 se localiza em praticamente a metade de um morro o qual é recoberto por vegetação, o que dificulta o carreamento de partículas e desprendimento do cascalho dos demais agregados do solo, desta forma o tornando mais estável.

Ainda analisando a Tabela 18, a amostra JSM02 foi coletada em uma área de relevo de 5 - 8%, área com baixa declividade e solo mais profundo, onde a ocorrência de cascalhos é menor e o solo é mais estável e mais estruturado. A amostra JSM03, foi coletada em uma área de relevo de 15 – 20%. Se nesta amostra também compararmos com as amostras ID04 e ID06 do bairro Industrial perceberemos a diferença do tipo do solo. Pode-se ressaltar ainda que a região da amostra JSM03 é nas proximidades de uma antiga pedreira de extração de basalto, o que pode contribuir para o resultado diferenciado.

As amostras JSM04 e JSM05 se encontram em uma faixa de relevo de 8 – 15%, ambas com vegetação nas proximidades, o que nos traz o resultado diferenciado se, novamente, comparado com amostras do bairro Industrial localizadas em mesma declividade, bem como a diferença dos solos encontrados.

Tabela 18 - Análise Granulométrica terra fina, cascalho e calhaus Bairro Jardim Seminário.

Amostra	Terra fina		Cascalho		Calhaus	
	G	%	G	%	G	%
JSM 01	274,07	92,50	22,23	7,50	-	-
JSM 02	292,56	98,80	3,54	1,20	-	-
JSM 03	274,56	97,15	8,04	2,85	-	-
JSM 04	281,37	98,55	4,13	1,45	-	-
JSM 05	277,58	98,40	4,52	1,60	-	-

Fonte: Autoria própria.

Na sequência, a Tabela 19 apresenta os resultados da análise para o bairro São Cristóvão. A amostra SC10 foi coletada na área de menor declividade do bairro, onde o relevo é de 0 – 5%, apresentando-se com baixa quantidade de cascalhos, sendo então uma área com solo mais profundo e estruturado, passível de edificações. As amostras SC03, e SC05 foram coletadas em áreas de relevo de 5 –

8%, porém a amostra SC03 em uma baixada e a amostras SC05 em um topo de morro, ocorrendo uma pequena diferença nos valores de cascalho encontrados, sendo que em topos de morros, pode-se encontrar mais cascalhos, porém como a área encontra-se com solo exposto ocorre a erosão do solo e o carreamento de partículas, principalmente os cascalhos, resultando na diferença encontrada, estas áreas são passíveis de edificações, apesar de poder encontrar áreas de topo de morro as mesmas não apresentam uma declividade muito elevada, aumentando a estabilidade do solo.

As amostras SC02, SC08 e SC09 foram coletadas em áreas de relevo na faixa de 15 – 20% e as três apresentam valores muito distintos para o cascalho, sendo que a amostra SC02, apesar da declividade elevada encontra-se como área de várzea, ou seja, área que alaga em épocas chuvosas. Assim a quantidade de cascalhos reduzida se entende pelo intemperismo da área e o carreamento dessas partículas, a amostra SC08 se encontra em um topo de morro, onde o solo é raso e pouco intemperizado, apresentando altos índices de cascalho, o mesmo ocorre com a amostra SC09, porém esta se apresenta um pouco abaixo do topo do morro.

Ainda sobre a Tabela 19 as amostras SC01, SC04 e SC06 foram coletas em uma área com declividade na faixa de 20 – 30%, a amostra SC01 apresentou a menor quantidade de cascalhos e esta se apresenta ao lado de um corte no solo, o que indica um leve carreamento dessas partículas, a amostra SC04 apresenta-se em uma área vaga, e no meio de um morro coberta com gramíneas, apresentando um menor carreamento de partículas, Já a amostra SC06 apresentou-se para essa mesma declividade com elevada quantidade de cascalho e considerável quantidade de calhaus, sendo a mesma localizada em uma área também à metade de um morro, já loteado, possibilitando o carreamento de partículas do solo, até mesmo as maiores devido a sua inclinação.

A amostra SC07 foi a que se encontrou em maior declividade, na faixa de 30 - 45%, localizada também em meados de um morro e se apresenta com menor quantidade de cascalhos que a amostra SC06 e não apresenta calhaus, o que se explica por a parte superior do morro em qual esta localizada ser recoberto por

vegetação, o que dificulta o carreamento das partículas do solo, mantendo-o mais estável.

Tabela 19 - Análise Granulométrica terra fina, cascalho e calhaus Bairro São Cristóvão.

Amostra	Terra fina		Cascalho		Calhaus	
	G	%	G	%	G	%
SC 01	275,93	94,65	15,6	5,35	-	-
SC 02	291,61	99,89	0,33	0,11	-	-
SC 03	285,35	97,27	8,02	2,73	-	-
SC 04	266,79	92,09	22,92	7,91	-	-
SC 05	289,14	98,26	5,13	1,74	-	-
SC 06	133,98	45,01	54,57	18,33	109,15	52,76
SC 07	262,71	83,86	50,58	16,14	-	-
SC 08	281,59	95,65	12,82	4,35	-	-
SC 09	272,79	88,66	34,88	11,34	-	-
SC 10	290,82	98,96	3,06	1,04	-	-

Fonte: Autoria própria.

Os teores de cascalho e calhaus do solo estão ligados à estabilidade e à permeabilidade do solo. Solos mais profundos, mais intemperizados e com menor ocorrência desses agregados possuem uma permeabilidade menor absorvendo e uma infiltração maior, pois a camada de solo é profunda e longe da rocha matriz. Os solos jovens, por serem rasos, com menor quantidade de partículas finas (areia, silte e argila), apresentaram agregados maiores resultam em uma permeabilidade maior possibilitando mais facilmente o escoamento de água superficial, pois como a água não consegue infiltrar devido a camada de solo ser pequena e logo apresentar a rocha matriz. Este escoamento ocasiona ainda o carreamento destas partículas, principalmente as menores e mais arredondadas, bem como as desestabiliza. Uma forma de evitar os deslizamentos e o carreamento dessas partículas é utilizar-se de vegetação, o que aumenta a profundidade de infiltração de água.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo estudar os bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão e desenvolver uma análise do potencial de uso do solo. Foi constituído um banco de dados, com auxílio do programa SPRING em uma contextualização que integra os recursos naturais, solo, água, flora, uso e ocupação, utilizando-se como ferramenta principal o geoprocessamento.

Assim sendo, procedeu-se a análise da declividade dos bairros, bem como a elaboração do mapa da classificação do solo e da capacidade de uso para fins urbanos, identificando áreas crítica a edificações, susceptíveis a escorregamento de massa, e potenciais áreas destinadas à preservação permanente. Assim identificando a viabilidade da implantação de áreas de preservação permanente previstas em legislação federal, bem como a necessidade de maiores estudos prévios para parcelamento do solo urbano, buscando maior qualidade de vida e segurança à população futura e menores impactos ao meio ambiente.

Na metodologia de análise proposta utilizou-se a declividade do terreno e do tipo de solo encontrado em cada bairro. Essa relação nos permitiu uma melhor exploração do espaço geográfico em busca de uma ocupação mais condizente com a real capacidade do uso do solo para edificações e fins urbanos. O estudo traz uma relação de grande importância para redução do risco de desmoronamento em encostas.

Também, foram realizadas análises granulométricas do solo, em pontos passíveis de análise bem como de maior relevância ao estudo. Tais estudos contribuíram para a classificação do solo na confirmação do tipo de solo encontrado em cada ponto.

Os resultados apresentados mostram que existe a necessidade de maior atenção às leis de parcelamento urbano, e maior comprometimento das autoridades responsáveis. Mostrou-se útil para análise das áreas de risco e validação dos loteamentos já implantados.

Como principal contribuição desse trabalho destaca-se a estruturação de um método para levantamento utilitário do espaço urbano e para classificação da

cobertura pedológica e do relevo, ambas dentro de seu potencial de uso, direcionando todas as atividades e práticas conservacionistas para o desenvolvimento de um crescimento urbano com impactos ambientais reduzidos com segurança e qualidade de vida para a população.

Dessa modo pode-se obter um diagnóstico parcial dos problemas ambientais existentes nos bairros, permitindo nortear a gestão e o planejamento ambiental urbano. A base de dados georeferenciada, que foi gerada, poderá ser utilizada posteriormente, permitindo a delimitação de cenários futuros, dentro de um sistema de desenvolvimento mais sustentável.

O estudo mostra a importância em se utilizar de uma gestão urbana adequada, para melhor aproveitamento do espaço e menor impacto ambiental. Então a ocupação urbana pode ser gerenciada de forma a realizar o cumprimento das leis, tanto federais quanto municipais, devendo essas ser mais restritivas. Ainda pode-se observar que os bairros estudados bem como os demais necessitam de melhores pesquisas e mais atenção das autoridades competentes, desde a prefeitura municipal como também aos órgãos ambientais competentes, visando uma ocupação regular e condizente com a legislação.

Situações de irregularidade em todos os bairros foram percebidas quando sobreposto a imagem de satélite com o mapa do potencial de ocupação do solo, principalmente violação de leis federais e municipais, especialmente nos novos parcelamentos do bairro São Cristóvão. Acredita-se que um melhor acompanhamento e cuidado dos órgãos responsáveis: o IAP (Instituto Ambiental do Paraná), responsável pelo licenciamento ambiental e análise dos estudos geológicos de novos loteamentos; e a prefeitura municipal de Francisco Beltrão, também responsável pela liberação dos loteamentos, analisando os mesmos junto ao zoneamento urbano e demais legislações cabíveis, poderá inibir novas ocupações indevidas bem como cabe aos órgãos buscar a regularização da situação atual.

Tal estudo se embasou em técnicas em ascensão de sensoriamento remoto podendo ser estendido aos demais bairros da cidade. Pode ainda servir como material de referência a demais estudos relacionados. A metodologia empregada poderá auxiliar, inclusive, a prefeitura municipal de Francisco Beltrão, servindo como

mais um modelo de estudo para viabilização da implantação adequada de loteamentos urbanos.

Aos trabalhos futuros poderá servir como base de dados para um estudo mais aprofundado da capacidade de uso do solo utilizando-se além da declividade e do tipo de solo os índices pluviométricos médios para a região para o cálculo de coeficientes de escorregamento das encostas. Além de cálculo para períodos de recorrência de grandes índices pluviométricos, visando estabelecer técnicas mais avançadas de engenharia para garantir a segurança.

REFERÊNCIAS

ASSESSORIA DE IMPRENSA. **História**. Disponível em:

<<http://www.franciscobeltrao.pr.gov.br/omunicipio/historia/>>. Acessado ago. 2013.

BLASCHKE, Thomas e KUX, Hermann. **Sensoriamento remoto e SIG avançados**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

BOLLIAN, Levon e ALVES, Andressa. **Geografia espaço e vivência**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

BRASIL. Estatuto da Cidade. Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, e legislação correlata. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Câmara dos Deputados**. 3. ed. 2010. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>>. Acesso em ago. 2006.

BRASIL. Lei Federal nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979. Dispõem sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm> Acessado em ago. de 2013.

DERISIO, José, C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2012.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

FITZ, Paulo, R. **Geoprocessamento sem complicação**. 1. re. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

FLORENZANO, Teresa G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Oficina de textos, São Paulo, 2008.

Francisco Beltrão. Lei Municipal nº 3384 de 28 de agosto de 2007. Dispõe sobre o Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo do Perímetro Urbano do Município de Francisco Beltrão e dá outras providências.

GUERRA, Antonio, J. T. e CUNHA, Sandra, B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

IBEGE. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2007. 316p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográfico de Francisco Beltrão**. Disponível em: <

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=410840>> Acessado ago 2013.

_____. **Estimativa populacional 2012**. Disponível em:

<ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_Projecoes_Populacao/Estimativas_2012>. Acessado fev. 2013.

INPE – Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais. **Manual SPRING Básico**. Brasília, 2013. 97p.

LEPSCH, Igo, F. **Formação e Conservação dos Solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

MANFREDINI, S. ; FurianDias, S.M. ; Queiroz Neto, J.P. ; OLIVEIRA, D. ; FERREIRA, R. P. D. . **Técnicas em Pedologia. Praticando a Geografia**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MARTINS, Ruens, S. **Entre jagunços e posseiros**. 1. ed. Francisco Beltrão, 1986.

MASSAD, Faiçal. **Obras de terra, curso básico de geotecnia**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

MINEROPAR (2002) – **Projeto Riquezas Minerais** – Avaliação do potencial mineral e consultoria técnica no município de Francisco Beltrão. Curitiba, Set. 2002.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

NAMIKAWA Laercio M. **Um método de ajuste de superfícies para Grades Triangulares considerando a quebra de continuidade das linhas características**. INPE--Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <<http://www.dpi.inpe.br/spring/papers/tinsbsr.html>>

NOVO, EVELYN M.L. DE MORAES. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. 4 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 2010.

ROCHA, C. H B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora, 2000.

SANTOS, Raphael, D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: Centro Nacional de Pesquisas de Solo, 2005.

Secretaria de Obras e Urbanismo de Francisco Beltrão. **Mapas.** <<http://franciscobeltrao.pr.gov.br/secretarias/obras-e-urbanismo/mapas/>>. Acessado em dez. de 2013.

TOMINAGA, Lídia, K at all. **Desastres Naturais conhecer para prevenir.** 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.