unioeste
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Campus de Francisco Beltrão
Rua Maringá, 1200 – Bairro Vila Nova – Caixa Postal 371
Fone/Fax (0**46) 3520-4848 / 3520-4849 – CEP.: 85605-010 – Francisco Beltrão – PR

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

DIAGNÓSTICO DA OCUPAÇÃO DE ÁREAS COM DECLIVIDADE SUPERIOR A 30% NA CIDADE DE FRANCISCO BELTRÃO

INTRODUÇÃO

A partir de atividade realizada em parceria com o Ministério Público Federal, no contexto do Inquérito Civil 1.25.010.000036/2007-24, realizamos um diagnóstico da ocupação de áreas com declividade superior a 30% na cidade de Francisco Beltrão, com base no cruzamento de informações oriundas do mapeamento da declividade e do uso e ocupação do solo.

Após os encaminhamentos dados pelo MP, foi possível obter as cartas topográficas vetorizadas pelo Exército Brasileiro, na escala de 1:25.000, por meio do acesso à base de dados do BDGEx (Banco de Dados Geográficos do Exército).

Considerando que o professor Dr. Luciano Z. P. Candiotto, docente dos cursos de Graduação (Bacharelado e Licenciatura) e do Mestrado em Geografia da UNIOESTE, campus de Francisco Beltrão vem orientando um discente bolsista apoio técnico na área de Geoprocessamento, dentro do Projeto *"Elaboração de bases cartográficas e de mapas de uso do solo através do geoprocessamento"*, uma das atividades deste discente do referido projeto foi a realização deste diagnóstico. Esse trabalho foi supervisionado pelos docentes Luciano Z. P. Candiotto, Beatriz R. Carrijo, Elvis R. Hendges e Fabiano Marion, dos cursos de Geografia (Bacharelado e Licenciatura) da UNIOESTE, campus de Francisco Beltrão.

Em reunião realizada no dia 01/07/2015, na sede do Ministério Público Federal, com presença da Secretária Municipal de Meio Ambiente, do Secretário Municipal de Planejamento, de funcionário do IAP e da Promotora do Ministério Público Estadual na área de meio ambiente, apresentamos parte deste diagnóstico e nos comprometemos a entregar um documento digital para a Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão, o Instituto Ambiental do Paraná e o Ministério Público Estadual.

Este documento visa contribuir para a fiscalização, planejamento e gestão da área urbana de Francisco Beltrão. Portanto, esse diagnóstico que apresentamos agora, contém as informações sistematizadas no levantamento, com os procedimentos metodológicos, comentários e sugestões sobre o trabalho realizado.

Com esse diagnóstico, é possível identificar onde estão as áreas com declividade superior a 30% e qual o uso destas áreas, ou seja, onde já houve desmatamento e ocupação (agropecuária e urbana), onde o solo está exposto e onde ainda existem remanescentes florestais.

Neste documento, constam os seguintes produtos:

- Mapa de toda a área urbana, em escala 1:15.000, sobrepondo as classes de declividade entre 30 e 47% e acima de 47% com a ocupação dessas áreas. O uso dessas áreas foi analisado com base em imagens do satélite RapidEye, disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente, com data de 17/08/2012, com resolução média de 5 metros;

- Mapas detalhados dos bairros urbanos da cidade de Francisco Beltrão, em escala 1:4.000, sobrepondo as declividades superiores a 30% com os usos do solo identificados com as imagens do satélite RapidEye, disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente, com data de 17/08/2012, com resolução média de 5 metros;

- Tabelas e gráficos sintetizando as informações de cada bairro.

Acreditamos que essas informações possibilitam conhecer as áreas de alta declividade da cidade de Francisco Beltrão, identificando as áreas já ocupadas irregularmente e as áreas preservadas. Nesse sentido, os mapas podem ser utilizados como importantes ferramentas para o planejamento e a gestão territorial em Francisco Beltrão, buscando coibir ocupações irregulares de encostas com altas declividades.

METODOLOGIA

Na primeira fase do trabalho foi criado um banco de dados, onde foram inseridas as informações tangentes a área de estudo. A base cartográfica usada para tal trabalho foi fornecida pela Diretoria de Serviços Geográficos (DSG), do Exército Brasileiro, com cartas topográficas em escala de 1:25.000. O software utilizado para o trabalho foi o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), criado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em parceria com o Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura (CNPTIA) da EMBRAPA; IBM Brasil; Centro Latino-Americano de Soluções para Ensino Superior e Pesquisa; TECGRAF; Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica da PUC-Rio; - Centro de Pesquisas "Leopoldo Miguez" (CENPES), da PETROBRÁS (CÂMARA *et. al.,* 1996).

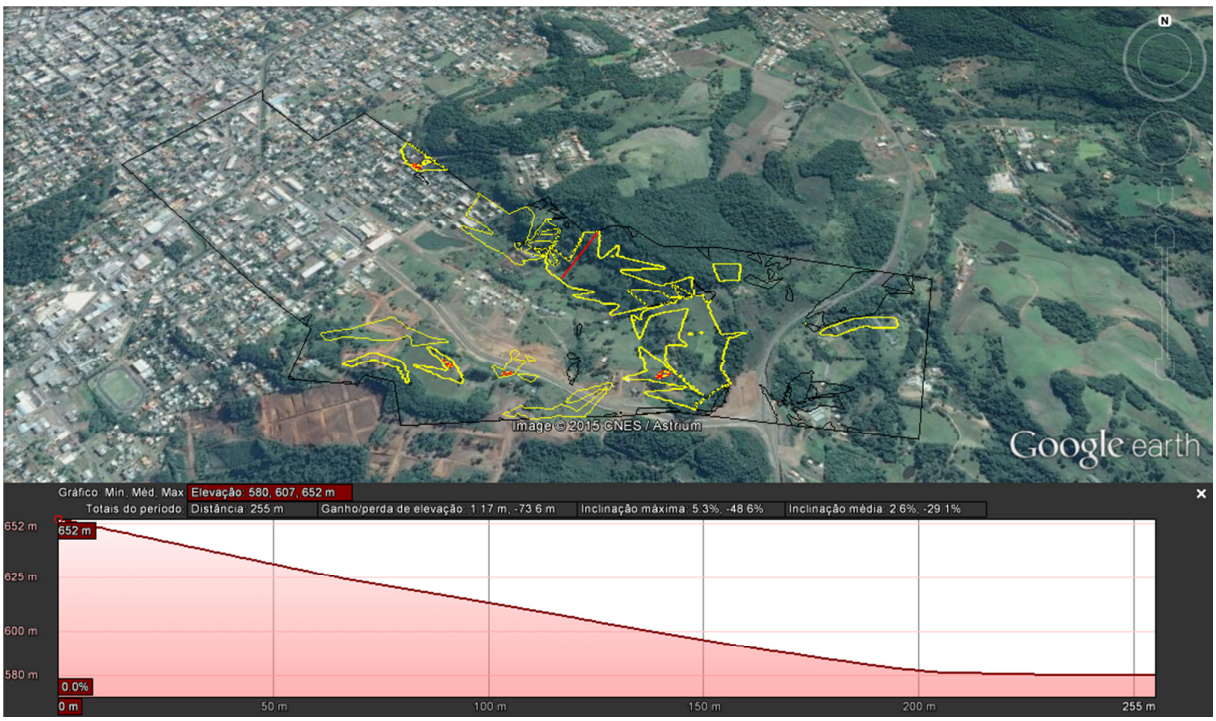
Os dados referentes às curvas de nível e aos pontos altímetricos cotados foram importados em um Modelo de Numérico do Terreno (MNT), permitindo assim trabalhar a análise da declividade, após a união destes arquivos no SPRING.

A metodologia utilizada foi a descrita por Namikawa (2003), que consiste na interpolação dos dados de representação do terreno, através do método da triangulação Delaunay. Buscando melhorar a confiabilidade dos dados, optou-se por usar linhas de quebra. Este método leva em consideração as três interfaces do terreno Altitude (Z) Latitude (X) e Longitude (Y). Portanto, o parâmetro é sempre modelado em função de: $z = f(x, y)$. Estes dados normalmente são adquiridos segundo distribuição na superfície ou ao longo de isolinhas com o mesmo valor Z ou espaçamento. Esta análise de triangulação permite amostrar questões morfológicas do terreno.

Tendo em vista a alta amplitude do relevo analisado, cabe salientar que dentro de 10 metros podemos existir situações morfológicas variadas, que neste estudo, foram generalizadas devido à escala do levantamento original (1:25.000), e sua equidistância mínima, de 10 metros.

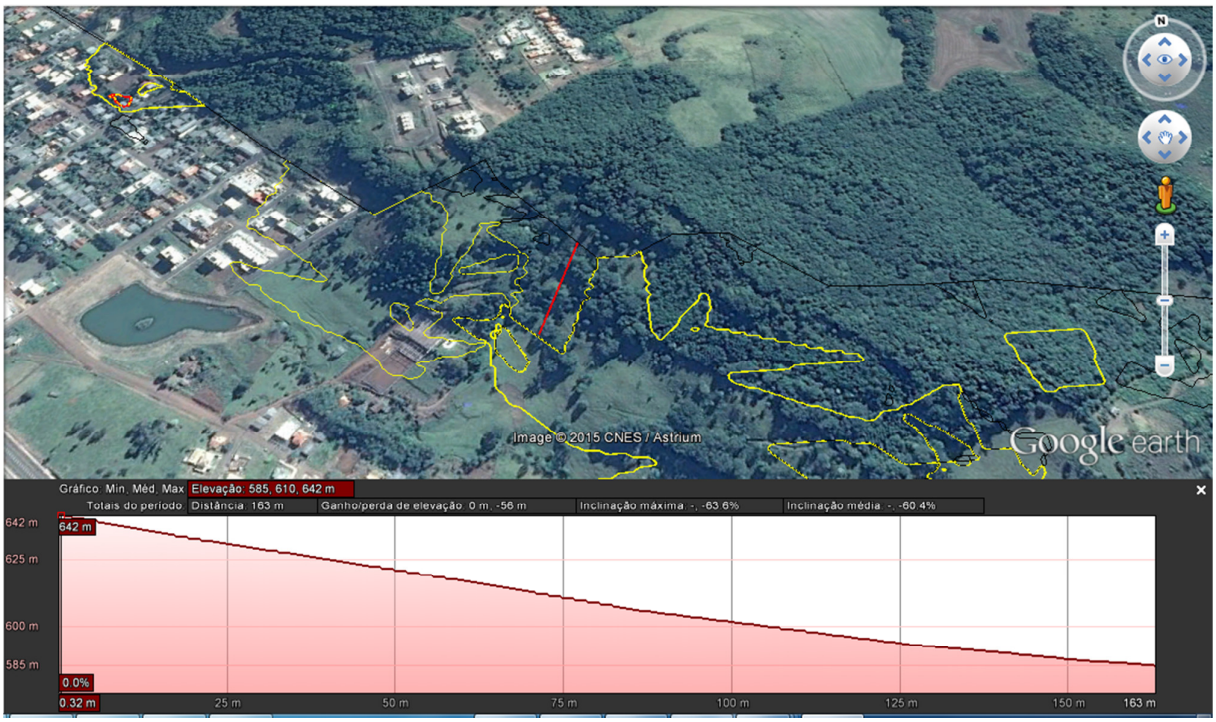
Cabe ressaltar que a base disponibilizada já veio projetada e georreferenciada com o *Datum World Geodesic System* 1984, (WGS84) modelo criado para a representação matemática do terreno em acordo mundial. Portanto, a referência de nível está consolidada no modelo de representação Geocêntrico. No momento da realização do mapeamento, por questões de acurácia, utilizou-se o *South American Datum* 1969 (SAD69), modelo criado para a representação matemática do terreno, topocêntrico, levando em consideração a superfície na América do Sul. A checagem desta Declividade foi feita com base no Software Google Earth Pro versão Gratuita (GEPFREE), conforme demonstrado nas figuras 1 e 2.

Figura 1 - Imagem com o perfil delimitado em área entre 30 e 47 % - Bairro Industrial.



Fonte: Google Earth Pro (2015)

Figura 2 - Imagem com o perfil delimitado em área acima de 47 % - Bairro Industrial.



Fonte: Google Earth Pro (2015)

Para a classificação do Uso e ocupação do Solo foi feita a análise sobre a imagem disponibilizada pelo Ministério do Meio Ambiente, capturada pelo satélite Rapid*Eye* na data de 17/08/2012, com resolução espacial de 5 metros. Essa imagem limita a detecção de objetos menores que 25 m², sendo esta a área mínima representada no pixel.

A classificação da imagem foi feita sob método supervisionado pelo classificador Maxver (Máxima Verossimilhança), adquirindo-se uma determinada amostra e associando a mesma a uma classe de uso, para que, mediante cálculo de comparação da resolução espectral de cada pixel, o programa pudesse classificar a imagem de acordo com os parâmetros amostrais adquiridos ou já conhecidos.

Cabe salientar que devido à média resolução da imagem (25 m²), a identificação de muitos objetos fica restrita, podendo ocorrer agrupamentos inadequados na classificação devido a sua similaridade espectral, decorrente de sua média resolução. Como tal processo é recorrente, usa-se o índice estatístico de validação Kappa que verifica a confiabilidade do processo de classificação de acordo com a Tabela 1. Neste caso em específico, a imagem classificada obteve índice Kappa de 0,788 (78 %), considerada forte e próxima a excelente, segundo a tabela a seguir.

Tabela 1: Classificação de confiabilidade/acurácia de acordo com Índice Kappa

Índice Kappa	Concordância
< 0	Sem concordância
0.00 a 0.19	Pobre
0.20 a 0.39	Fraca
0.40 a 0.59	Moderada
0.60 a 0.79	Forte
0.80 a 1.00	Excelente

Fonte: Câmara et. al. (1996)

Perante a análise da declividade e classificação da imagem ocorreu à intersecção dos dados de uso do Solo nas áreas com declividades superiores a 30%, por lógica Booleana, descrita em algoritmo no programa LEGAL (Linguagem Especial para Geoprocessamento Algébrico), interligado com o SPRING, conforme procedimentos descritos por Pedrosa *et. al.* (2007). Este cruzamento resultou nos mapas apresentados, reiterando que devido a questão da resolução da imagem, a escala do levantamento topográfico, fica ressalva de que um levantamento mais detalhado, em escalas menores, obterá resultados diferenciados devido a proporção da mesma.

Os dados apresentados para cada bairro foram organizados da seguinte forma:

1) Mapa de declividade, constando as declividades entre 30 e 47% na cor amarela e as declividades acima de 47% na cor vermelha. Neste mapa estão apenas as áreas com alta declividade, sem sobreposição com a imagem do satélite. Portanto, tais mapas estão com o fundo branco;

2) Mapa de declividade, constando as declividades entre 30 e 47% na cor amarela (hachuras) e as declividades acima de 47% na cor vermelha (hachuras), com o fundo composto pela imagem do satélite;

3) Tabela constando os dados quantitativos das áreas e percentual da área do bairro, com declividades superiores a 30%. As classes de 30 a 47% e acima de 47% foram separadas na tabela;

4) Mapa de uso e ocupação do solo nas áreas com declividades entre 30% e 47% e com a imagem do satélite ao fundo. Neste mapa foram identificadas as seguintes classes: área urbanizada (cor rosa); vias pavimentadas (preto); florestas (verde); loteamentos (cinza escuro); solo exposto (magenta) e vegetação rasteira (pastagens e campos) na cor amarela. Salientamos que nem todos os bairros apresentaram todas essas classes de uso;

5) Gráfico com os percentuais de uso e ocupação das áreas com declividade entre 30 e 47%;

6) Mapa de uso e ocupação do solo nas áreas com declividades superiores a 47% e com a imagem do satélite ao fundo. Neste mapa foram identificadas as seguintes classes: área urbanizada (cor rosa); vias pavimentadas (preto); florestas (verde); loteamentos (cinza escuro); solo exposto (magenta) e vegetação rasteira (pastagens e campos) na cor amarela. Salientamos que nem todos os bairros apresentaram todas essas classes de uso;

7) Gráfico com os percentuais de uso e ocupação das áreas com declividade superiores a 47%.

RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Os mapas de declividade indicam as áreas de maior risco em termos de ocupação urbana (construções de residências, edifícios e outras obras da engenharia civil). A literatura científica e as normas brasileiras apresentam diferentes classes e susceptibilidades de uso e ocupação. Procuramos na tabela a seguir, apresentar as indicações de uso conforme as classes de declividade.

Tabela 2 – Usos recomendados conforme classes de declividade

De Biasi (1996)	**USO RECOMENDADO**	**IPT (1991)**	**USO RECOMENDADO**	**Valente (1996)**	**USO RECOMENDADO**
0 a 5 %	Limite urbano-industrial	0 a 15 %	Inclinação máxima longitudinal tolerável nas vias para circulação de veículos	0 a 3 %	Áreas impróprias ao uso urbano tendo em vista a baixa capacidade de carga admissível dos solos existentes, indicados, no entanto para atividades agrícolas e de lazer.
5 a 12 %	Limite máximo do emprego da mecanização na agricultura			3 a 15 %	Ótimo para ocupação urbana
12 a 30 %	Limite máximo para urbanização sem restrições (Lei Federal n. 6.766/79)	15 a 30 %	Inclinação máxima prevista por lei para ocupação de encostas	15 a 30 %	Embora não sejam áreas totalmente desfavoráveis à ocupação urbana, poderá exigir a adoção de soluções técnicas.
30 a 47 %	Limite máximo de corte raso de vegetação	30 a 50 %	Limite de declividade tecnicamente recomendável para ocupação	Maior que 30 %	Aptidão insatisfatória ao uso residencial, sendo proibido o parcelamento do solo (Lei Federal n. 6.766/79), salvo se atendidas exigências especiais quanto à preservação do meio físico.
Maior que 47%	Proibida a derrubada de florestas	Maior que 50%	Áreas que possuem alta declividade e podem ser utilizadas para urbanização, embora sejam onerosos.		

Org. Walkoviecz, R. E.

Fica perceptível que as áreas com declividade superior a 30% devem apresentar restrições de uso, seja urbano ou mesmo rural. Apesar da Lei federal nº 6.766/79 que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, definir em seu artigo 3º que cabe a cada município, através de seu Plano Diretor, definir tal parcelamento, logo na sequência, em parágrafo único vinculado ao artigo 3º, apresenta as situações onde não deve ser permitido o parcelamento do solo urbano.

> 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** (grifo nosso);
> 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 (LEI nº 6.766/79, art. 3º, parágrafo único).

Especificamente no município de Francisco Beltrão, a Lei nº 3.384/2007 de Zoneamento do uso e ocupação do solo urbano define que as áreas com declividade superior a 30% fazem parte da Zona de Restrição da Ocupação.

> 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 (LEI nº 3.384/2007, artigo 20).

Assim, na área urbana do município de Francisco Beltrão, o Plano Diretor (Lei municipal nº 3.384/2007) ressalta que para a ocupação das áreas com declividade superior a 30% faz-se necessário um laudo geológico e o monitoramento com o objetivo de evitar erosão de encostas. Nesse sentido, cabe questionar se esses laudos vêm sendo apresentados, se vem ocorrendo o monitoramento e também se os mapas topográficos/planialtimétricos apresentados para a liberação de loteamentos e construções de casas, edifícios e outras obras urbanas vêm detalhando de forma satisfatória a declividade das áreas.

Por outro lado, o artigo 32 da Lei nº 3.384/2007, em seu parágrafo único, não recomenda a ocupação de áreas com declividade superior a 30%, conforme pode ser observado a seguir.

> **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 (LEI MUNICIPAL nº 3.384/2007).

Portanto, conforme a Lei federal nº 6.766/1979 e a Lei municipal nº 3.384/2007, a ocupação urbana de áreas com declividade superior a 30% não deveria ser permitida. Tais áreas que porventura já estivessem desmatadas deveriam ter sua vegetação reconstituída e/ou recomposta, no sentido de evitar processos erosivos e riscos de deslizamento. No entanto, cabe questionar se as referidas leis estão sendo devidamente cumpridas por parte da prefeitura municipal de Francisco Beltrão e de outras instituições públicas competentes.

Considerando que a classe de declividade entre 30 e 47% é considerada de ocupação urbana restrita, sendo necessários estudos complementares para autorizar tal ocupação, e que na classe acima de 47% não é recomendado nenhum tipo de ocupação urbana, apresentamos as seguintes sugestões para o Ministério Público Federal:

- Solicitar à Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão que sejam monitoradas novas ocupações (loteamentos, residências individuais, edifícios, etc.) em áreas com declividade superior a 30%. A Prefeitura deve exigir dos proprietários de lotes um mapa topográfico detalhado e em escala apropriada (1:1. 000 ou no máximo 1:2. 000) para comprovar a declividade. Esses mapas devem ser analisados no que tange a ocupação de áreas com declividade superior a 30% e as Áreas de Preservação Permanente (margens de rios, nascentes, encostas e topos de morros), antes da liberação de novos loteamentos.

- Evitar a liberação de novas ocupações em áreas com declividade superior a 30%, sobretudo em áreas florestadas (floresta primária e capoeiras) e viabilizar a restauração florestal nessas áreas. Sabendo que a cidade ainda possui encostas e topos de morros com floretas primárias e secundárias; que tais áreas são protegidas pela Lei da Mata Atlântica (Lei n. 11.428/2006) pelo fato de serem importantes para a preservação da biodiversidade (animal e vegetal) ainda existente, para a conservação dos solos, redução de processos erosivos, bem como para a recarga de água nas bacias hidrográficas, a manutenção das florestas urbanas remanescentes é fundamental para a qualidade de vida da população bem como para evitar desastres naturais;

- Promover uma revisão participativa, democrática e descentralizada do Plano Diretor do Município de Francisco Beltrão, ouvindo os munícipes e consultando

profissionais com conhecimentos técnicos para contribuir nessa revisão. Na ocasião da reunião do dia 01/07/2015, o Secretário de Planejamento informou que o Plano Diretor está sendo revisado por alguns técnicos da Prefeitura. No entanto, entendemos que é preciso um debate mais aprofundado, para que tal revisão seja realmente participativa e democrática, resultando em um novo Zoneamento do uso e ocupação do solo que atenda aos interesses da coletividade.

APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Antes de apresentar os mapas e gráficos sobre cada bairro, optamos por apresentar uma tabela com dados quantitativos referentes às áreas com alta declividade e ao seu percentual. Nesta tabela (tabela 3), foram destacadas com cores diferentes, as situações mais críticas, desde as piores (cor vermelha) até as menos significativas (cores claras).

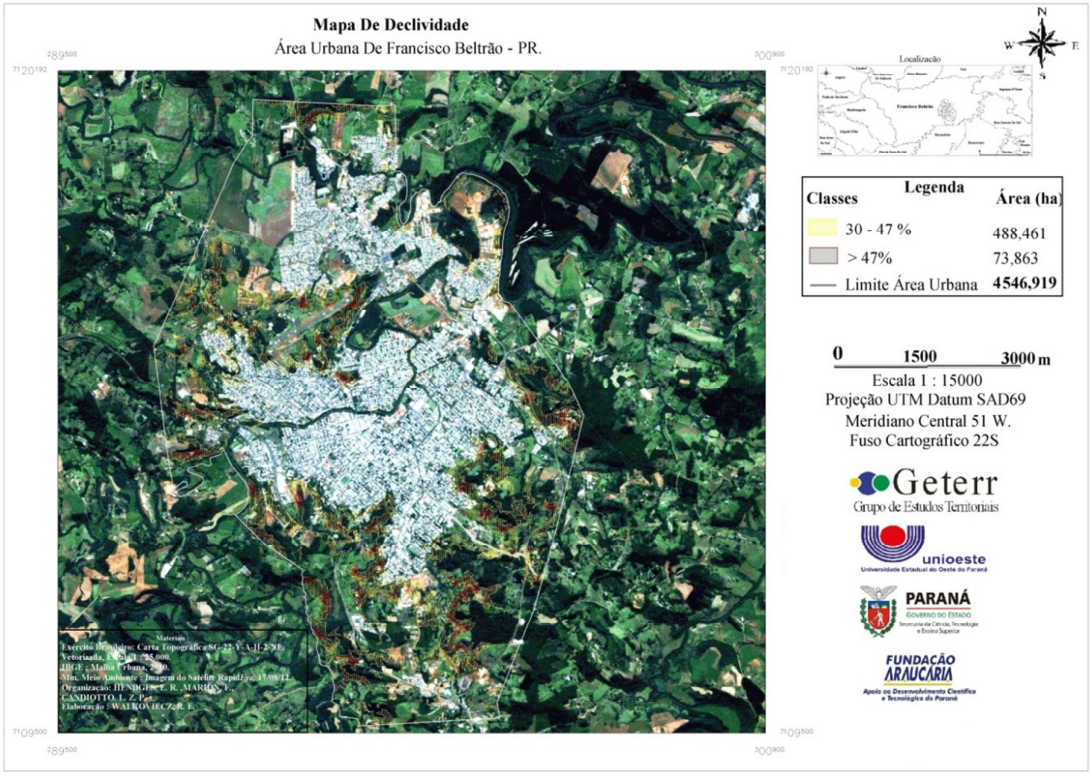
Tabela 3 - Áreas com alta declividade na cidade de Francisco Beltrão-PR

Bairro	**30 a 47% (hectare)**	**> 47% (hectare)**	**Área total do bairro (hectare)**	**Percentual de Áreas com Alta Declividade**
Aeroporto	**48,458**	6,845	277,973	19,895
Água Branca	**78,565**	15,807	610,089	15,469
Alvorada	10,743	2,073	137,866	9,295
Antônio de Paiva Cantelmo	6,565	0,210	95,113	7,120
Centro	0,117	0,000	103,746	0,113
Cango	4,077	2,410	66,865	9,703
Cristo Rei	11,348	2,030	120,467	9,416
Guanabara	5,413	0,170	74,730	7,471
Industrial	**31,882**	3,339	191,240	18,417
Jd. Floresta	3,057	0,130	85,232	3,739
Jd. Itália	1,380	0,000	46,835	2,947
Virginia	1,940	0,480	45,508	4,280
Júpiter	0,8725	0,020	63,689	1,402
Luther King	1,525	0,026	169,431	0,915

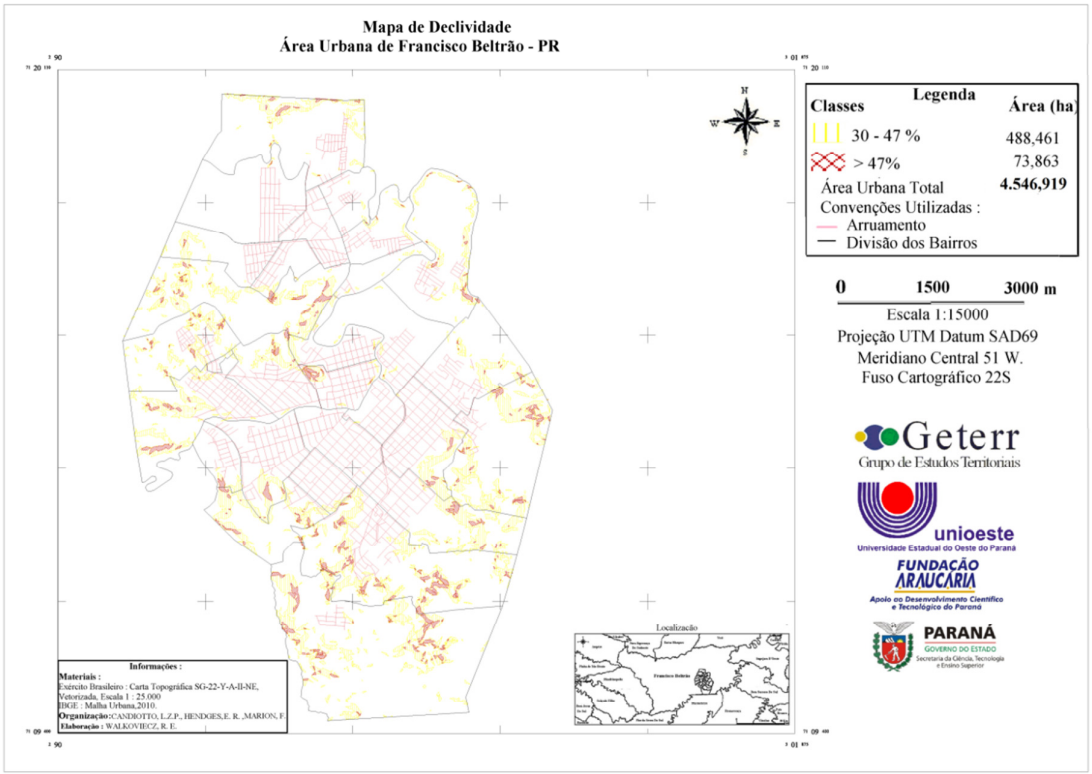
Marrecas	2,870	0,942	54,549	3,790
Miniguaçu	**13,002**	0,742	173,201	13,744
Nossa Senhora Aparecida	1,925	0,000	58,997	3,263
Nova Petrópolis	29,705	3,312	129,155	25,564
Novo Mundo	**20,678**	1,985	157,139	14,422
Padre Ulrico	**17,278**	2,460	242,935	8,125
Pinheirão	0,240	0,068	213,447	0,145
Pres. Kennedy	0,090	0,000	55,369	0,163
Sadia	**24,430**	2,862	276,946	9,855
São Cristóvão	**64,120**	14,105	385,525	20,295
São Miguel	**32,562**	4,892	211,393	17,996
São Francisco	0,595	0,000	5,539	10,740
Seminário	**55,540**	7,132	116,060	54,000
Vila Nova	**19,717**	1,810	147,050	14,640

Na sequência, apresentamos um mapa-imagem da cidade, constando as áreas com declividades superiores a 30%, bem como um mapa com tais áreas e o arruamento da cidade, porém com sem a imagem (fundo branco).

ÁREA URBANA



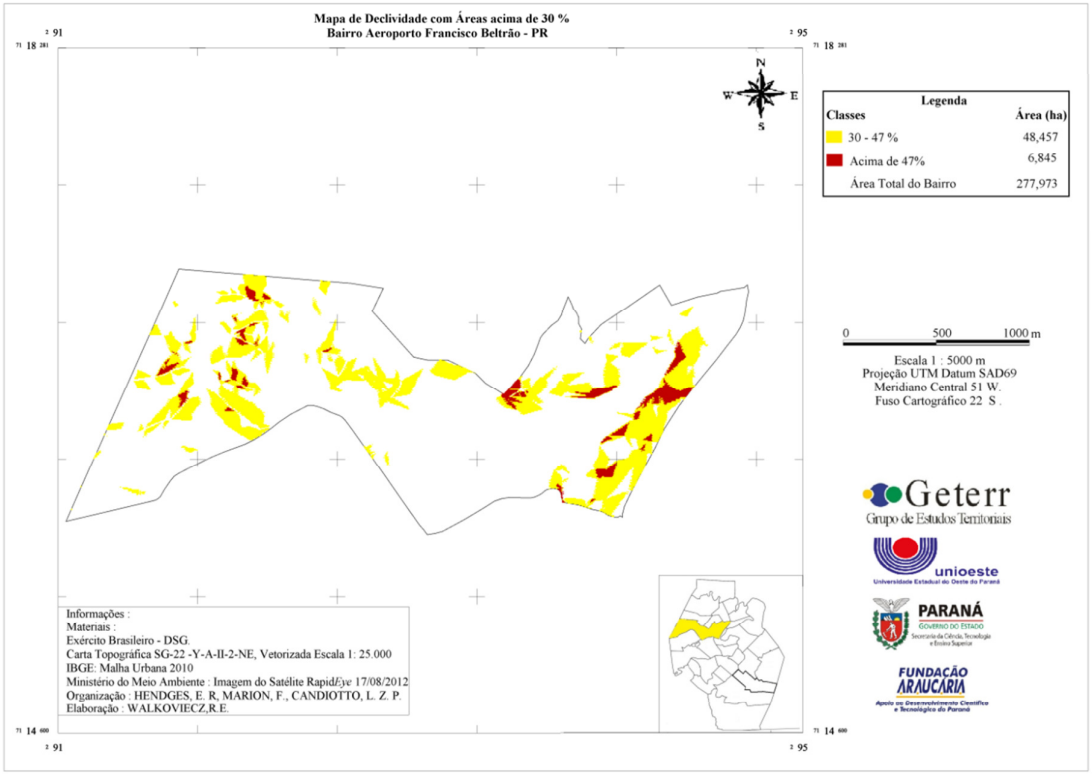
Mapa de Declividade



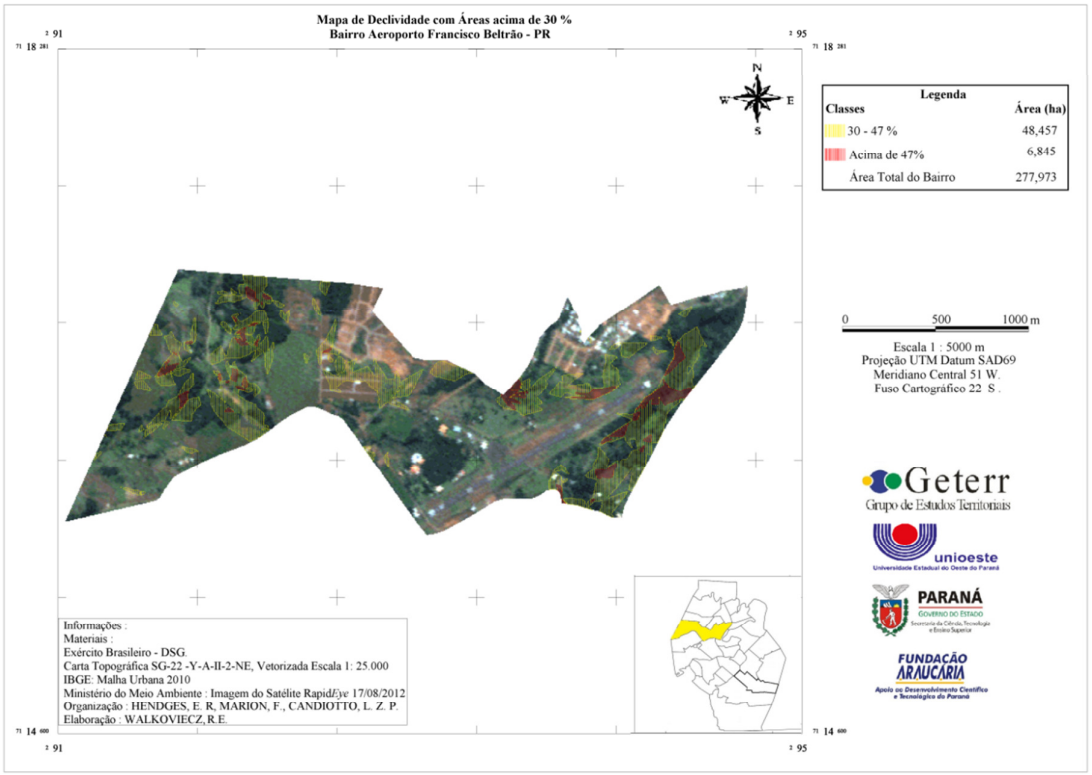
BAIRROS

AEROPORTO

Mapa de Declividade das Áreas acima de 30% Bairro Aeroporto – Francisco Beltrão/PR



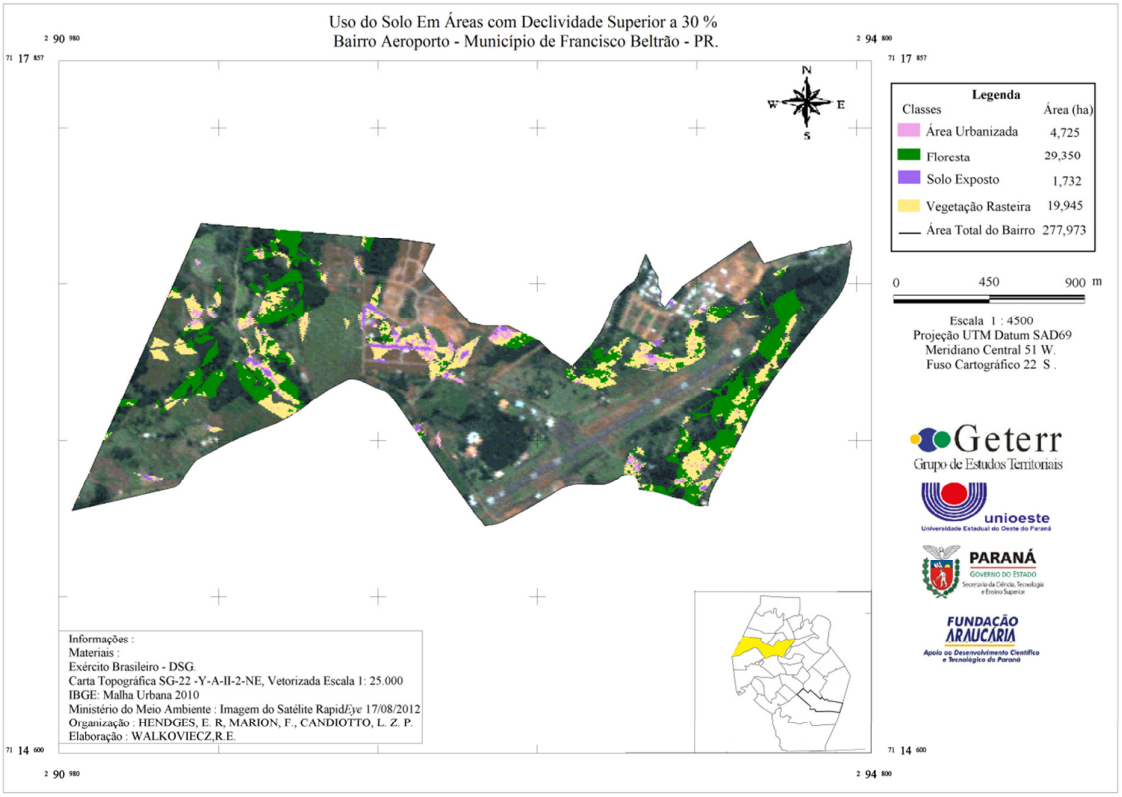
Mapa de Declividade das Áreas acima de 30% Bairro Aeroporto – Francisco Beltrão/PR



Distribuição das Classes de Declividade acima de 30% Bairro Aeroporto – Francisco Beltrão/PR

30 a 47 %		Acima de 47%		Percentual de Áreas com Alta Declividade	Área Total do Bairro (Hectares)
(Hectares)	Percentual	(Hectares)	Percentual	19,895	277,973
48,458	17,432	6,845	2,463		

Uso do Solo em Áreas com Declividade Superior a 30 % Bairro Aeroporto – Francisco Beltrão/PR



Uso do Solo em Áreas com Declividade entre 30 e 47 % Bairro Aeroporto – Francisco Beltrão/PR

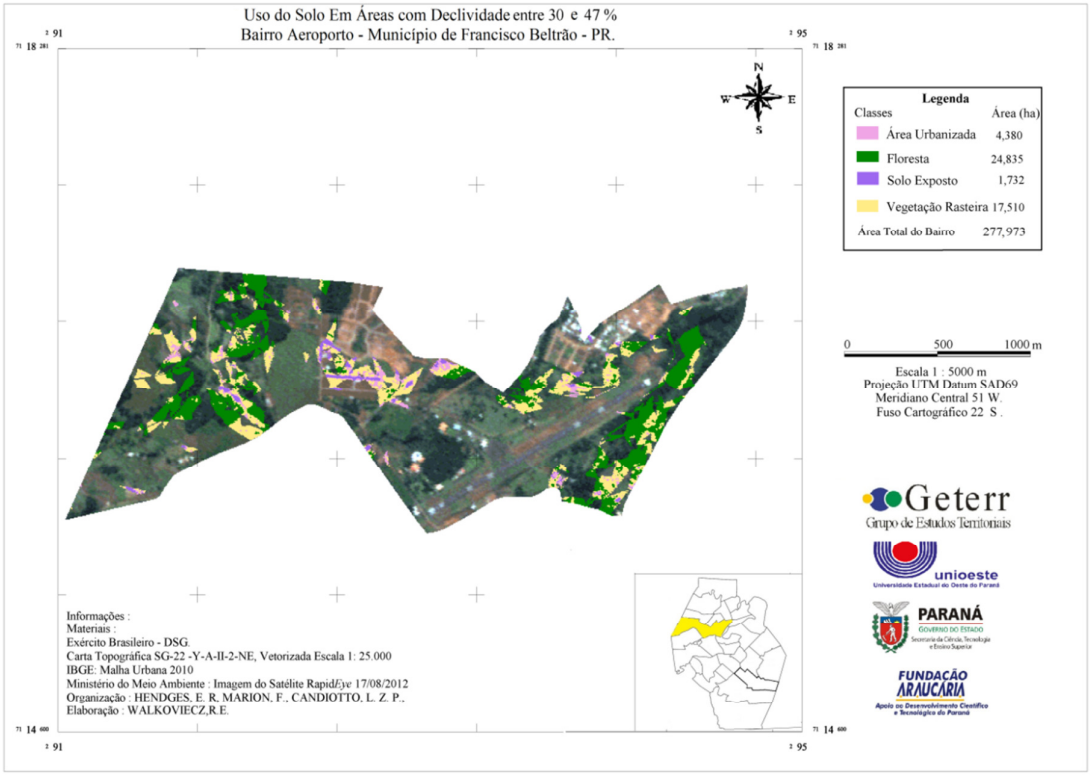
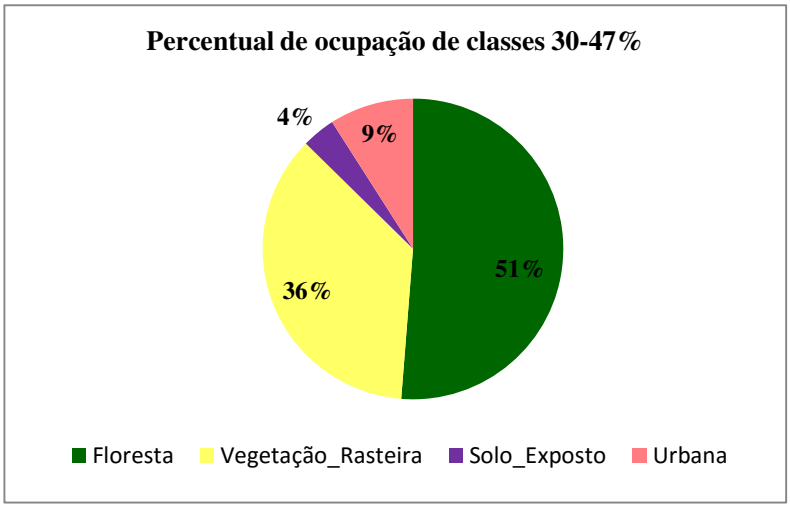


Gráfico com os Usos do Solo em Declividade entre 30% e 47% - Bairro Aeroporto – Francisco Beltrão – PR



Uso do Solo em Áreas com Declividade Acima de 47% Bairro Aeroporto – Francisco Beltrão – PR

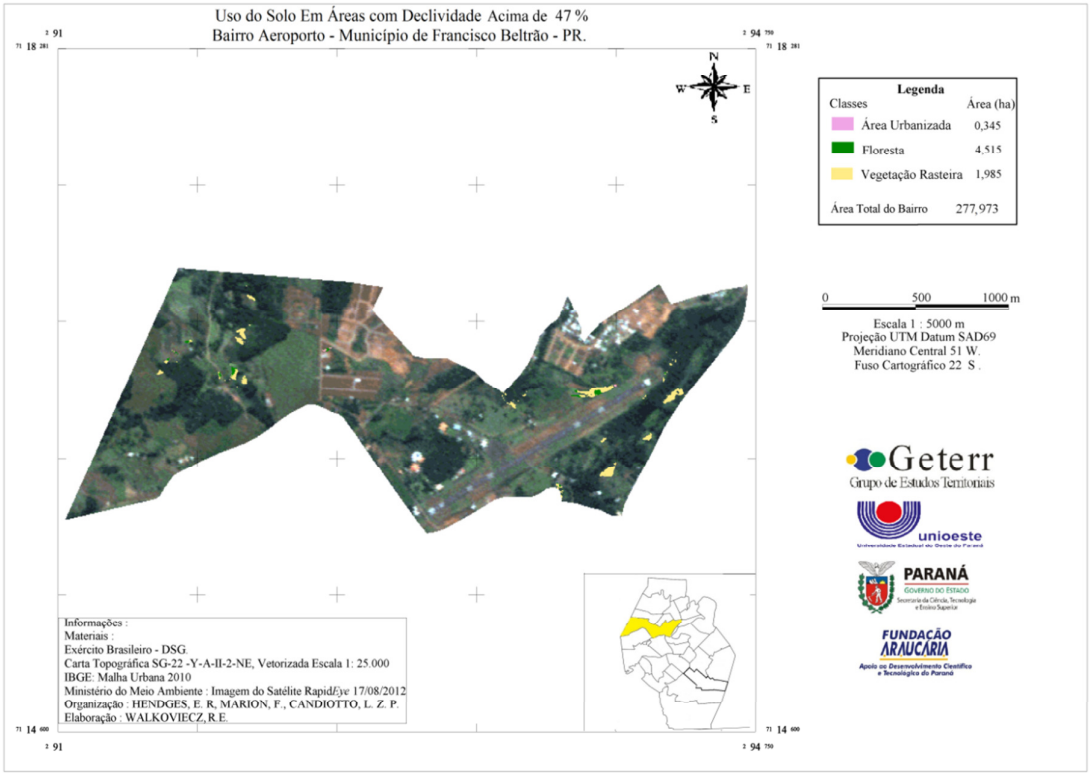
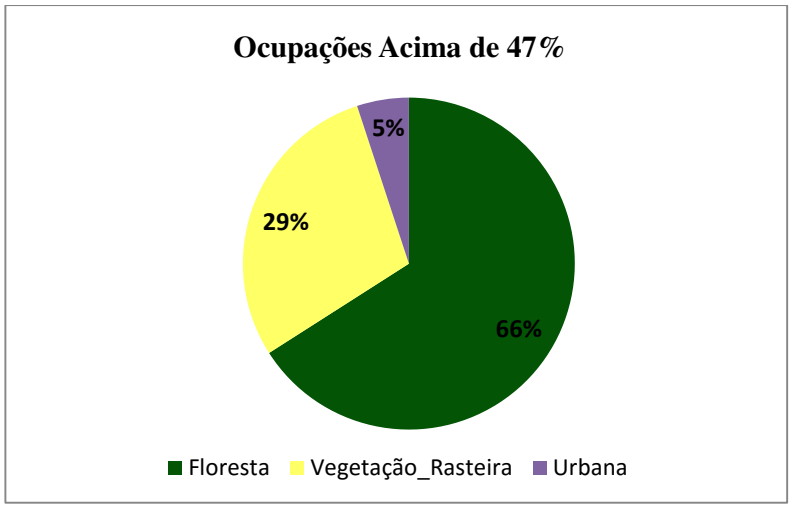



Gráfico com os Usos do Solo em Declividade Acima de 47% no Bairro Aeroporto