

# **Análise Temporal de Ocupação Urbana e Vegetação por Imagens de Satélite em Ambiente SIG**

Paulo Roberto Parnow - [pauloparnow@gmail.com](mailto:pauloparnow@gmail.com)/Bacharelado em Ciências  
Biológicas/FEEVALE

Camille Zardo – [camillezardo@feevale.br](mailto:camillezardo@feevale.br)/Bacharelada em Engenharia Civil/FEEVALE

Karla Petry – [karlapetry@feevale.br](mailto:karlapetry@feevale.br)/Mestre em Geologia/FEEVALE

## **Resumo**

A área dos bairros São José e Diehl, vizinha à APA Norte (Área de Preservação Ambiental Norte), em Novo Hamburgo, é considerada área suscetível a movimentos de massa. Apesar disso, é sujeita a ocupação urbana, muitas vezes irregular e infringindo os limites da APA. Com imagens do sistema Google Earth, foi possível selecionar quatro momentos para análise temporal da ocupação: 11/out/2005; 09/abr/2009; 28/out/2013; 23/ago/2017. Foram definidas quatro classes de mapeamento: vegetação nativa, vegetação exótica, campo e área urbanizada. A vegetação nativa corresponde ao Bioma Mata Atlântica, aparecendo como Floresta Estacional Semidecidual. A vegetação exótica é aquela estabelecida além de sua distribuição natural, representada na área principalmente por eucalipto. Na classe campo há o predomínio de gramíneas, com espécimes arbóreos isolados. O restante da área foi considerado como urbanizado. Cada classe foi delimitada nas imagens diretamente no Google Earth, através de Análise Visual, e importadas para o ArcGIS, com arquivos kmz, onde foram integralizados em um shapefile único para cada ano. Também foi feita a checagem de conflitos nas bordas dos polígonos. O cálculo das áreas de cada polígono foi realizado dentro do ArcGIS; a soma das áreas e geração de gráficos foi possível no Excel, por meio do arquivo de extensão dbf de cada shapefile. Foi percebida retração na área urbanizada entre 2005 e 2009, interpretada como retomada de área de solo descoberto (mapeada como área urbanizada) pelas demais classes mapeadas. Detalhes do mapeamento especialmente nestes anos mostram rápida recuperação de áreas de vegetação nativa sobre áreas de campo enquanto que a ocupação urbana pressiona a vegetação com sua expansão. É evidente o avanço cada vez mais acelerado da ocupação sobre áreas da APA. A utilização de imagens com melhor resolução pode facilitar o

processo de integração dos shapefiles. Recomenda-se o mapeamento de solo descoberto como uma classe independente.

**Palavras-chaves:** análise temporal; áreas de risco; ocupação irregular; SIG;

### **Abstract**

The area of the districts of São José and Diehl, adjacent to the APA Norte (Environmental Protection Area North) is considered to be susceptible to mass movements. And yet, it's been subject to urban occupation, irregular in many moments and violating the limits of the APA. With images from Google Earth system it was possible to select four moments for temporal analysis of the occupation: oct 11th/2005; apr 9th/2009; oct 28th/2013 and aug 23rd/2017. Four classes of mapping were determined: native vegetation, exotic vegetation, grassland and urbanised area. The native vegetation corresponds to the Atlantic Forrest Biome, showing itself as Seasonal Semideciduous Forest. The exotic vegetation is that occurring out of the borders of its natural distribution and it's represented in the area mainly by eucalyptus. In the mapping class of grassland there is broad occurrence of grasses, with isolated trees. The remaining area was considered to be urbanised. Each class was delimited right at Google Earth, through Visual Analysis, and imported to ArcGIS, by kmz files, where they were incorporated in a single shapefile for each year. The borders of the polygons were checked for conflicts. The calculation of the areas of each polygon was carried out in ArcGIS; the adding of the areas and creation of graphics was done in Excel, by editing the dbf file of each shapefile. A retraction of the urbanised area between the years of 2005 and 2009 was evidenced and interpreted as the regain of bare soil area (mapped as urbanised area) by the other mapping classes. Details in the mapping, specially in those years, show rapid recovery of the native vegetation areas over the grassland whereas the urban occupation pushes on the vegetation with its expansion. It is striking the ever more accelerated spread of the urban occupation towards the area of the APA. The use of images with better resolution may ease the process of incorporating the shapefiles. It is advised the mapping of bare soil as an independent mapping class.

**Keywords:** temporal analysis; risk areas; irregular occupation; GIS;

## 1. Introdução

A área deste trabalho (Figura 1) vem sendo foco de pesquisa, com o projeto *Diagnóstico dos Impactos Ambientais e a Saúde no Processo de Formação da Cidade de Novo Hamburgo*, e extensão, com o *Programa de Estudos Ambientais em Desastres*, com seus projetos *aTUAção em Desastres Naturais* e *Habitar Legal*. A interdisciplinaridade de ambos, com integrantes de áreas diversas como Arquitetura, Biologia, Direito, Engenharia Civil, Psicologia e Sociologia, permite atuação integrada, unindo esforços no diagnóstico dos riscos e da percepção da comunidade em relação ao meio em que reside, e a conscientização desta comunidade no que diz respeito aos riscos e seus direitos como cidadãos de Novo Hamburgo.

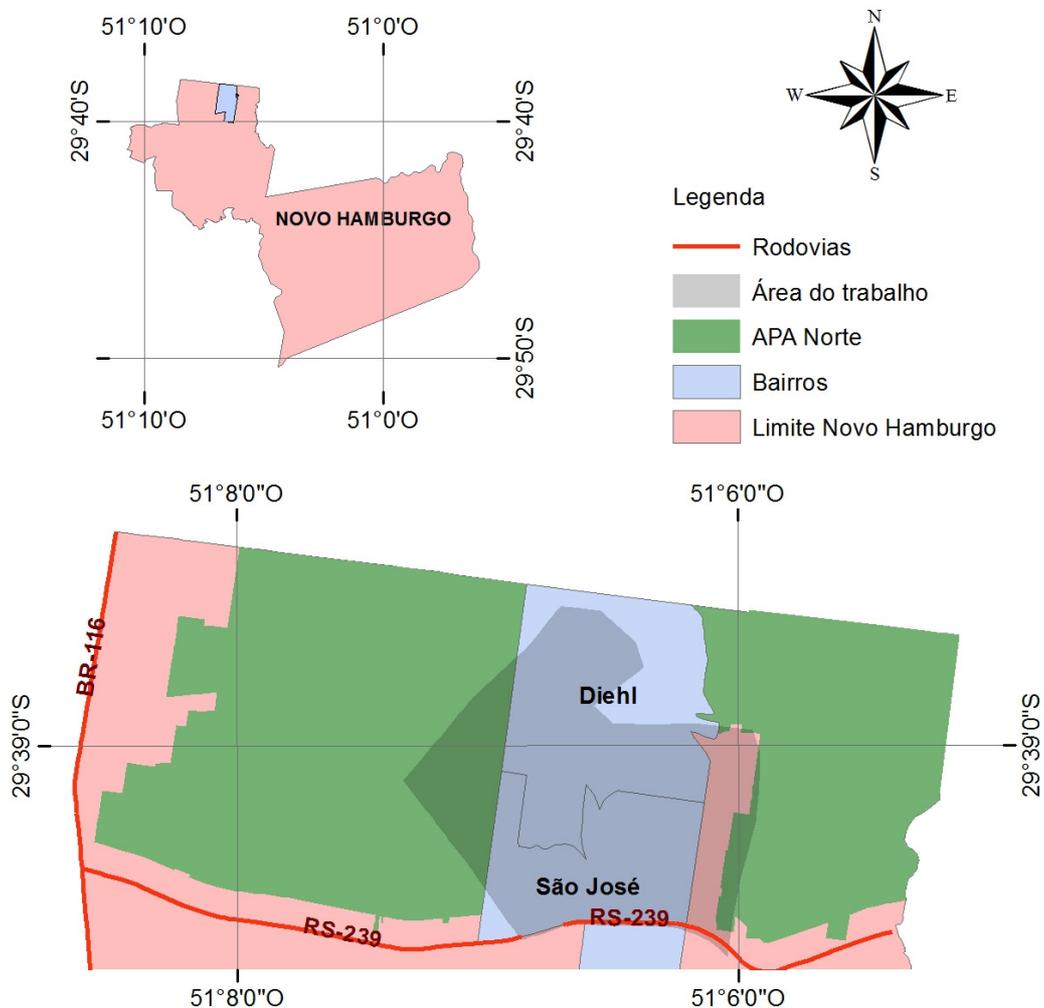


Figura 1: mapa da área de estudo no contexto da setorização de Novo Hamburgo, com destaque para a APA Norte

Um dos objetivos do grupo de pesquisa é a análise da configuração de uso e ocupação do solo, além de outros parâmetros que também interferem no risco e suscetibilidade da área. Em 2014, com a elaboração das Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, a CPRM (Serviço Geológico do Brasil), já apontava a suscetibilidade da área de estudo a riscos, em especial a movimentos de massa (CPRM, 2014). Em 2015, o Projeto de Mapeamento de Vulnerabilidades de Áreas Suscetíveis a Deslizamentos e Inundações organizado pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED-RS) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, apontou a área de estudos como parte das 11 áreas de risco no município de Novo Hamburgo (CEPED, 2015).

Geologicamente, a área está inserida no contexto da transição das rochas sedimentares da Bacia do Paraná (Formação Botucatu) para as rochas ígneas vulcânicas da Formação Serra Geral, Fácies Gramado, de cerca de 132 Ma (CPRM, 2008). A presença destes derrames torna as vertentes íngremes na região geomorfológica conhecida como Patamares da Serra Geral. Desenvolvidos sobre estas rochas temos um contexto de Argissolos (STRECK *et al*, 2008) com variações locais a Cambissolos e até mesmo Neossolos nas porções mais elevadas e onde o relevo é mais acentuado. Estes solos rasos a pouco profundos, tipicamente com boa permeabilidade, associados ao relevo mais íngreme das vertentes favorece os movimentos de massa na presença de chuvas intensas.

Ao se tratar de uso e ocupação do solo, especialmente em relação à expansão urbana, um dos fatores que mais indicam a antropização do meio é a cobertura vegetal. É inegável que uma cobertura florestal densa é incondizente com a ocupação urbana, e que os efeitos da ocupação urbana são facilmente visíveis como um impacto na cobertura vegetal. Ao olho leigo, a supressão vegetal é um dos impactos ambientais mais facilmente perceptíveis.

Neste trabalho apresentamos uma análise da cobertura vegetal dentro da área de atuação dos projetos de Pesquisa e Extensão em um contexto temporal. A partir de imagens de satélite disponíveis na plataforma Google Earth e técnicas de geoprocessamento, com o software ArcGIS, foi possível distinguir fitofisionomias distintas e avaliar sua evolução, retração ou expansão ao longo de um período de doze anos, considerando quatro momentos temporais.

## **2. Problemática da ocupação urbana na área de estudo**

O processo de dispersão urbana caracteriza-se pelo esgarçamento do tecido urbano, com a urbanização estendendo-se por um vasto território, com núcleos urbanos separados no espaço por

vazios intersticiais, mantendo vínculos estreitos entre si e configurando um único sistema urbano (REIS, 2007).

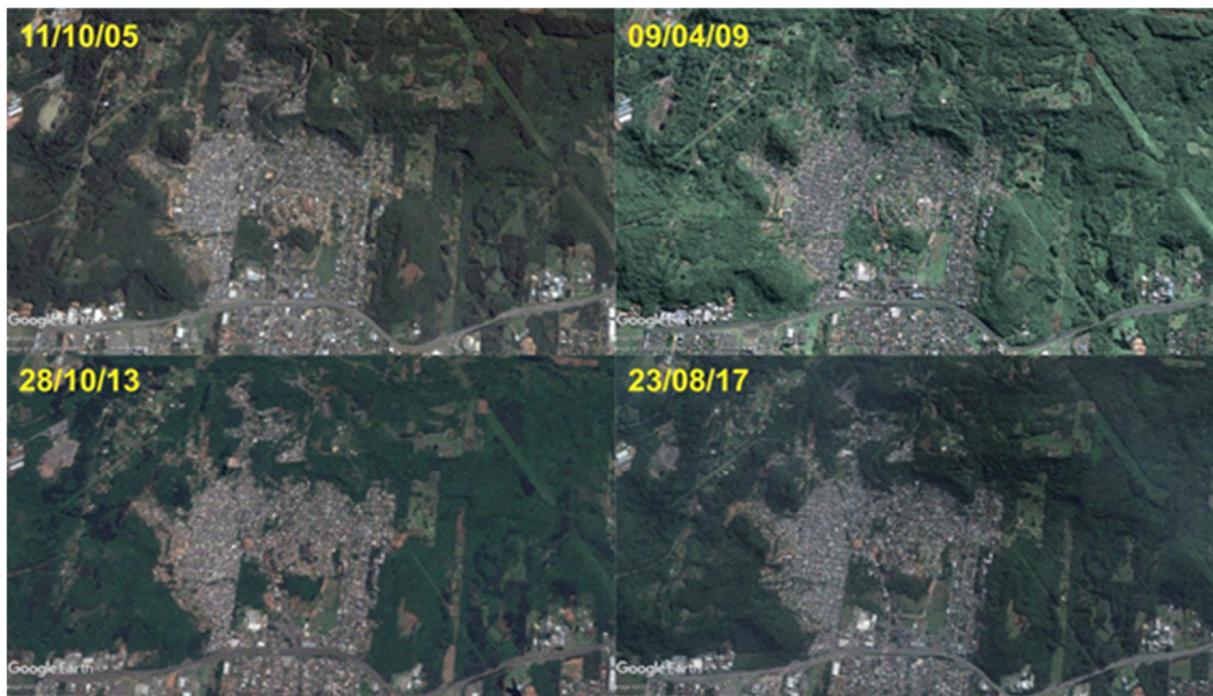
Tal distribuição resulta em deformidades da malha urbana pré-definida pelos órgãos organizadores dos municípios, acarretando, de certa forma, uma expansão na qual há apropriação indevida de determinadas áreas. Esta movimentação é perceptível em Novo Hamburgo, especificamente na área que contempla o bairro denominado Vila Diehl. A ocupação irregular de áreas não considera a existência ou previsão de infraestrutura urbana, tampouco a existência de áreas de risco de movimentos de massa, alagamentos, enchentes e Áreas de Preservação Permanente e Proteção Ambiental, podendo desencadear um desequilíbrio ambiental e riscos para a saúde e bem-estar da própria população ocupante.

A área da Vila Diehl está caracterizada pelo Plano Diretor da cidade de Novo Hamburgo, como zona miscigenada (ZM), pertencente ao setor miscigenado de número quatro (SM4), delimitada no limite oeste, norte e leste pela Área de Proteção Ambiental (APA) Norte (NOVO HAMBURGO, 2010) (Figura 1). Ou seja, os limites delimitados no Plano Diretor deveriam ser respeitados para a manutenção da APA. Além disso, conforme já exposto acima, trata-se de uma área suscetível a movimentos de massa e alagamentos, demonstrando sua fragilidade ambiental.

Trata-se, portanto, de área delicada, cuja urbanização deveria ser feita com muito cuidado, estudo e planejamento. Contudo, não é o que se tem observado na área, que tem sido alvo de ocupação irregular, já não bastasse a precariedade da ocupação que é regular na área. A ocupação desordenada e sem planejamento, com construções que carecem de projeto técnico adequado, tanto quanto à infraestrutura da edificação quanto à ocupação do solo, aumenta a vulnerabilidade da área à ocorrência de desastres.

### **3. Definição dos temas de mapeamento**

Para uma avaliação temporal do uso e ocupação do solo na área do trabalho optou-se por utilizar imagens de satélite disponibilizadas pelo sistema Google Earth. Quatro imagens foram selecionadas dentro do intervalo de tempo disponibilizado, entre 2005 e 2017. Para cada ano escolhido, foi selecionada uma imagem contendo boas condições de visibilidade da área de estudo e do seu entorno, especialmente a que apresentasse menor recobrimento por nuvens. Assim, as imagens selecionadas foram as das seguintes datas: 11/out/2005; 09/abr/2009; 28/out/2013; 23/ago/2017, conforme vemos na Figura 2.



*Figura2: Imagens de satélite selecionadas para o estudo. Imagens: Google Earth*

Conforme Florenzano (2002), imagens obtidas através de sensoriamento remoto são dados brutos, que quando lapidados através da interpretação, geram-se informações. Para possibilitar a boa interpretação de uma imagem, além da resolução e da escala, a qualidade de alguns elementos que as formam são importantes, tais como tonalidade, cor, sombra, altura, entre outros. O autor ainda destaca que, além da importância da resolução, da escala e dos elementos que configuram uma imagem, a análise de sua forma indica se ela é natural ou não. Formas irregulares são características de objetos naturais (matas, lagos, feições de relevo, entre outros), enquanto formas regulares indicam objetos artificiais ou culturais.

Dada a região de estudo, foi possível caracterizar as diferentes fitofisionomias vegetais, aspecto da vegetação, através da análise visual das imagens fornecidas pela plataforma Google Earth, considerando os diferentes elementos que as compõem, como tonalidade e textura (Figura 3). Com isso, as diferentes fitofisionomias caracterizadas foram: Campo, Vegetação Nativa e Vegetação Exótica.

Os fragmentos de vegetação nativa localizados na área de estudo (Figura 4) pertencem ao Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2006) e tem como formação florestal local a floresta estacional semidecidual. A característica que marca esse tipo de formação vegetal é a perda de 20% a 50%

das folhas das árvores, ocasionada pela dupla estacionalidade no estado (PROCERGS, 2016). Em meio aos fragmentos de vegetação nativa podem ocorrer espécies exóticas isoladas ou em pequenas manchas em função do grau de antropização da área. No mapeamento em questão, não foram realizados estudos deste grau de detalhe dentro da vegetação dada a sua insignificância quantitativa dentro do fragmento predominantemente nativo.

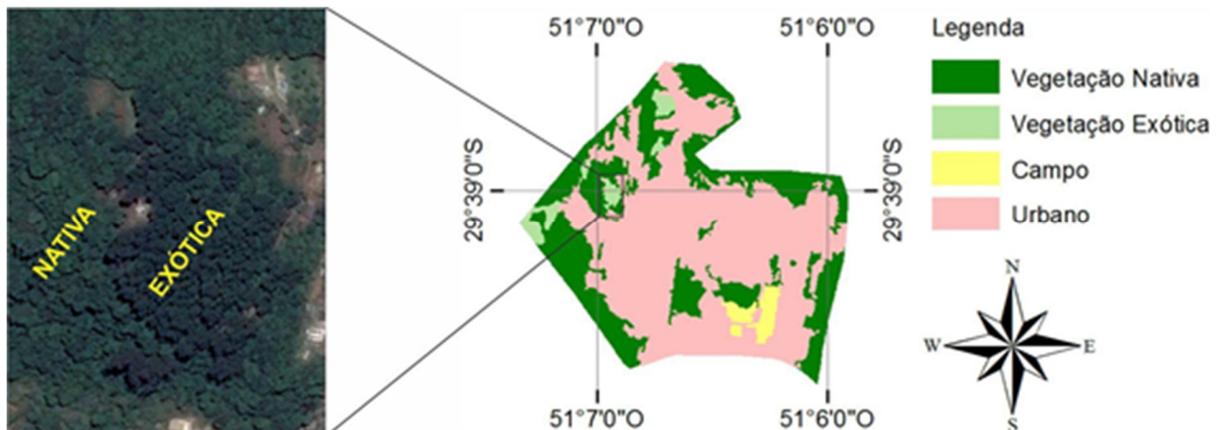


Figura 3: Destaque para os tipos de vegetação ocorrentes na área de estudo e a forma como são distinguíveis em imagem de satélite. Imagem: Google Earth, 28/out/2013.



Figura 4: Vegetação nativa mapeada na área de estudo em contraste com o crescimento urbano da região. Foto desde UTM 0489782/ 6719043 (fuso 22J, WGS 84) para N058°.

De acordo com o Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2018), define-se por espécie exótica aquela espécie que se estabelece para além da sua área de distribuição natural, depois de ser transportada e introduzida intencional ou acidentalmente pelo homem. Vários impactos ambientais podem ser gerados em função dessas espécies estarem fora da sua área de distribuição natural, principalmente à biodiversidade e aos ecossistemas naturais (JUNIOR *et al.*, 2013). A atividade de silvicultura de pinheiro americano, acácia e eucalipto é comum no Rio Grande do Sul. Segundo AGEFLOR (2016), o Rio Grande do Sul possui 593 mil hectares plantados com eucalipto, pinus e acácia, sendo eucalipto e pinus as principais espécies exóticas que ocorrem na área de estudo. A figura 5 ilustra um fragmento de vegetação composto por eucalipto (*Eucalyptus sp.*) em meio à vegetação nativa.

No mapeamento da vegetação exótica também podem ocorrer espécies nativas isoladas ou em pequenas manchas. Assim como no mapeamento da vegetação nativa, não foi feito o detalhamento do mapeamento em tal grau.



Figura 5: Fragmento de vegetação exótica composta por eucalipto localizado na área de estudo. Foto desde UTM 0489328/6719585 (fuso 22J, WGS 84) para N346°.

A vegetação de Campo (Figura 6) é caracterizada pelo predomínio de gramíneas, podendo haver árvores e arbustos isolados (MARTINS, 2013) e segundo Mora Kuplich & Vélez Martin (2009), os campos são ecossistemas caracterizados pela predominância de vegetação herbácea,

com destaque para as gramíneas, e pela presença restrita de material lenhoso, referindo-se a espécies arbóreas e arbustivas de ocorrência isolada.



*Figura 6: Destaque da vegetação de campo encontrada na área de estudo com alguns indivíduos isolados de Syagrus romanzoffiana. Foto desde UTM 0489782/6719043 (Fuso 22J, WGS84) para N058°.*

#### **4. Mapeamento em ambiente SIG e ArcGIS**

A partir do século XX, os dados geográficos começam a ser tratados pelo Geoprocessamento como um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais. Há autores que consideram o Geoprocessamento uma automatização dos processos que envolvem dados geográficos que antes eram feitos manualmente (NUCASE,2014). Entre essas técnicas, podem-se destacar a Topografia, Cartografia, Sensoriamento Remoto, Geoestatística, Sistema de Informação Geográfica (SIG, ou GIS na sigla em inglês).

Os SIGs e técnicas de análise espacial tiveram origem em métodos de sobreposição de mapas por camadas ou temas. Tais sistemas possuem origens relacionadas à história da cartografia temática (Parent, 1987 apud Grancho, 2005). Um sistema denominado SIG não é composto apenas por softwares, bem como, metodologias aplicadas, dados a serem trabalhados, hardwares específicos, como por exemplo scanners e coletores de dados de GPS e pessoas responsáveis para a manipulação dessas ferramentas (DE MEDEIROS, 2012).

Há plataformas de softwares que se integram ao SIG, este é o caso do ArcGIS, plataforma criada pela empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute). O conjunto de softwares criado possibilita a realização de análises espaciais, armazenamento, manipulação, processamento de dados e mapeamentos. Por se tratar de uma combinação complexa de ferramentas, o programa ainda consegue fazer a espacialização com coordenadas das imagens dos mapas, mesmo quando o usuário está fazendo modificações.

O ArcGIS é constituído pelos programas: ArcCatalog, ArcMap, ArcToolBox, ArcReader, ArcScene e ArcGlobe. Sendo o primeiro do conjunto um gerenciador de dados e os dois seguintes permitem desenvolvimento de mapas e manipulação de dados simples e mais complexos. O ArcReader possibilita a visualização e exploração dos arquivos feitos pelo ArcMap, função parecida com o ArcGlobe, onde é possível fazer essa navegação pelo globo terrestre. Por sua vez, o ArcScene viabiliza a criação de vídeos e animais bem como a elaboração de dados geográficos em três dimensões. Das ferramentas componentes citadas, para fins deste estudo, utilizaremos apenas as que permitem o manejo de dados e realização de mapas.

Um dos formatos reconhecidos pelo ArcGIS é o *shapefile (shp)*, formato de arquivo vetorial sendo representado por polígonos, linhas e pontos. Este tipo de arquivo é acompanhado por outros dois arquivos onde um armazenam seus dados, formato *dbf*, e outro cria um vínculo entre o arquivo original e o que armazena os dados necessários.

#### **4.1. Mapeamento por avaliação visual**

A técnica de Análise Visual como descrito por De Moraes Novo (2008), consiste na inspeção das imagens objetivando extrair o maior número de informações possível. Com esta técnica, a classificação das diferentes áreas da imagem mapeada é feita visualmente pelo técnico, dentro das classes que foram definidas para o mapeamento. Ao contrário do que ocorre com classificações digitais por algoritmos ou por amostragem, na análise visual é possível homogeneizar áreas heterogêneas e até englobá-las em áreas maiores, dado o detalhamento inerente à escala de trabalho.

Os polígonos de mapeamento foram traçados como arquivos kmz dentro do sistema Google Earth, evitando a necessidade da importação das imagens para o sistema ArcGIS e seu georreferenciamento, o que poderia acarretar pequenos deslocamentos entre cada imagem, gerando imprecisão na comparação dos resultados finais. O número de polígonos a serem gerados depende

do que está sendo categorizado e qual sua área de abrangência. Cada polígono traçado é arquivado em um arquivo kmz. Posteriormente na plataforma SIG utilizada, é possível a importação destes polígonos individuais e sua conversão em arquivos *shapefile*.

Com todos os polígonos de um determinado ano já convertidos em *shapefile* é possível juntá-los em um arquivo único, com suas informações originais armazenadas na tabela de atributo. Para isto, um novo *shapefile* é criado, com uma tabela de atributos pronta para receber as informações necessárias (até o momento, somente a classificação de cada polígono). Através da ferramenta de traçado, os limites dos polígonos originais são trazidos para o novo *shapefile*. Neste momento também é feita uma análise dos limites, averiguando se há espaços vazios ou polígonos sobrepostos. Caso ocorra, isto é corrigido com alterações no traçado, remetendo à imagem original do Google Earth. Imediatamente após a edição de cada novo polígono ele já é classificado na tabela de atributos.

Uma checagem posterior de sobreposição de polígonos foi realizada com o desmembramento de cada classe em um novo *shapefile* específico. Ao utilizar, por exemplo, o *shapefile* específico de vegetação nativa para recortar o arquivo completo original, o resultado deveria retornar somente entradas de vegetação nativa. Ao checar a tabela de atributos, percebe-se que ocorrem outros tipos de entradas, cujos limites estão em conflito com a vegetação nativa. Neste momento, utiliza-se o *shapefile* de vegetação nativa para apagar o *shapefile* específico da classe conflitante. Ao final, após a checagem de todas as classes, os polígonos resultantes de cada *shapefile* específico são reunidos em um novo arquivo completo, desta vez sem conflito nos limites dos polígonos.

Assim, para cada uma das imagens selecionadas é gerado um arquivo *shapefile* que congrega todos os polígonos gerados para aquela imagem, classificados na tabela de atributos como “vegetação nativa”, “vegetação exótica”, “campo” e “área urbanizada”, conforme as classes definidas no início do trabalho. A quantificação das áreas é feita dentro do ArcGIS, retornando valores em metros quadrados (ou qualquer unidade escolhida no momento do cálculo) para cada polígono. As somas das áreas de polígonos de mesma classe e geração de gráficos e outros produtos é feita no *software* Excel, acessando-se os dados da tabela de atributos através do arquivo de extensão .dbf do *shapefile*. O cálculo das áreas dos polígonos destes *shapefiles* nos permite chegar às áreas totais de cada ano, apresentadas na tabela abaixo (Quadro 1).

Quadro 1: quadro das áreas para cada ano.

Ano	Áreas (ha)			
	Vegetação Nativa	Vegetação Exótica	Campo	Área urbanizada
2005	84.85	7.70	24.11	197.29
2009	98.90	7.53	12.21	195.32
2013	101.60	8.68	7.40	196.27
2017	95.97	6.81	10.19	200.98

### 5. Análise temporal dos temas mapeados

Através do mapeamento realizado entre os anos de 2005 e 2017 na área de estudo, foi possível observar várias modificações na vegetação em função do crescimento urbano sem planejamento na região (Figura 7).

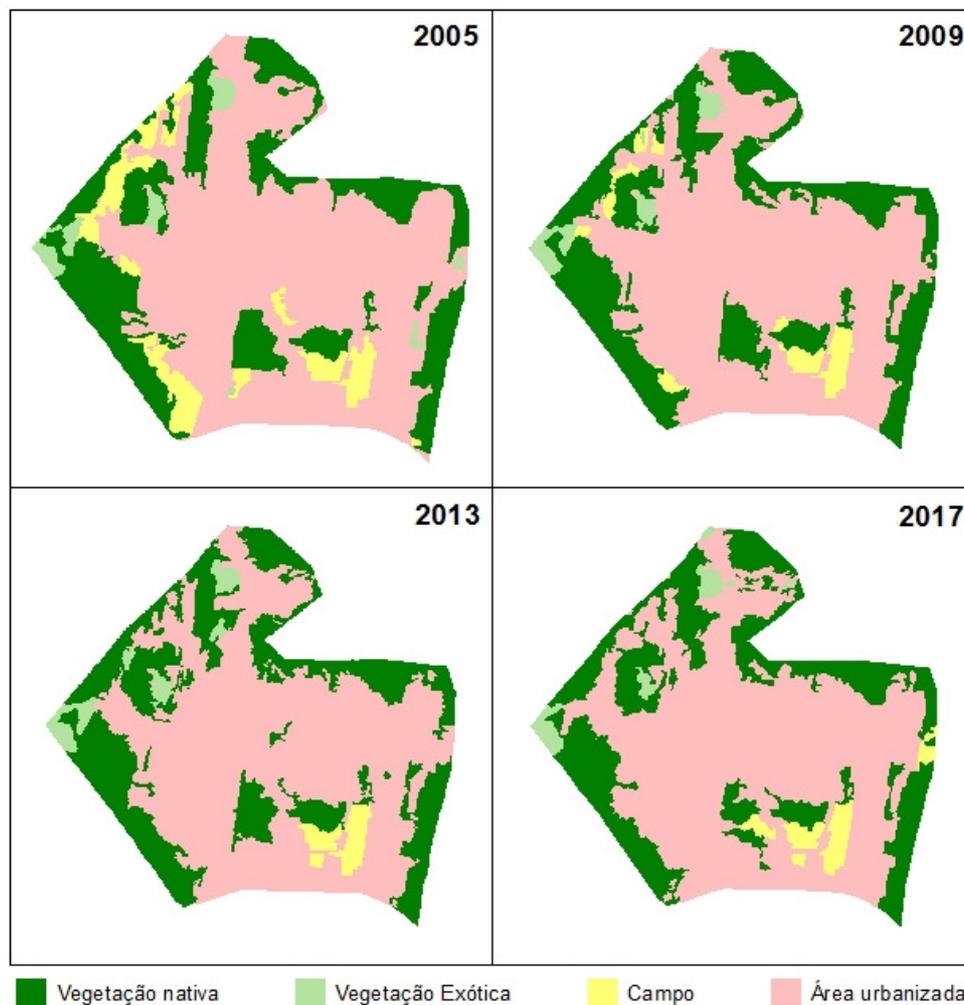


Figura 7: Mapeamento do local de estudo ilustrando as alterações urbanas e vegetais.

Ao contrário do que era esperado, é possível notar um aumento das áreas de mata nativa em 2013 e 2009, em relação a 2005, mostrando a força de recuperação da vegetação quando não submetida a ações humanas. As áreas de campo e áreas urbanizadas que deram lugar a esta expansão da vegetação nativa. A redução de área urbanizada não se deve propriamente a uma retração das áreas efetivamente construídas, mas a retomada por campo (e vegetação nativa na sequência) de áreas de solo descoberto, que foram delimitados como área urbanizada.

Em uma análise mais extrema, comparando-se somente 2005 e 2017, é notável a recessão das áreas de campo, que deram lugar a expansão urbana e à retomada da vegetação nativa.

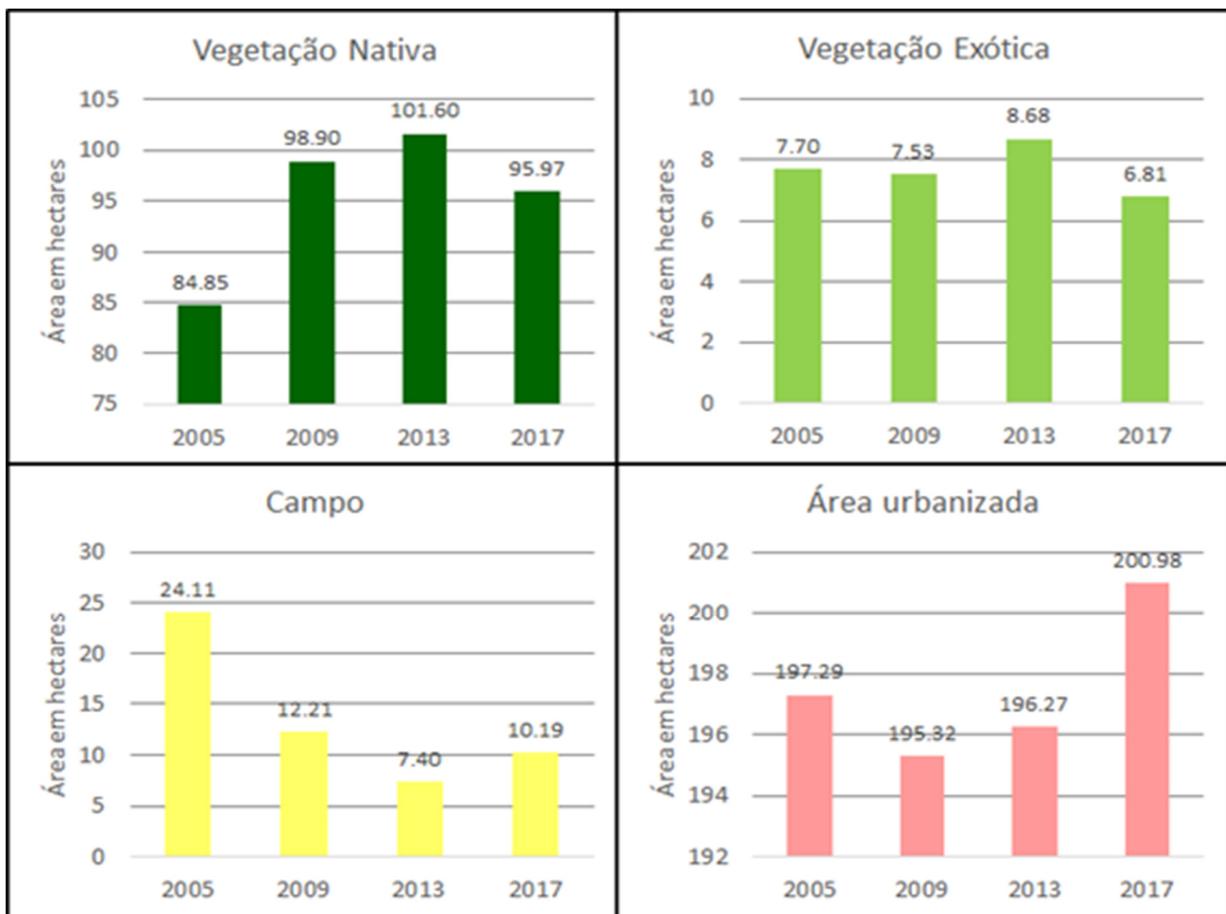


Figura 8: evolução das áreas ao longo dos anos abordados.

## 6. Conclusões e recomendações

A utilização de softwares compatíveis com SIG está mais recorrente devido à facilidade de intercomunicação dos programas e seus formatos de arquivo. As plataformas SIG se prestam

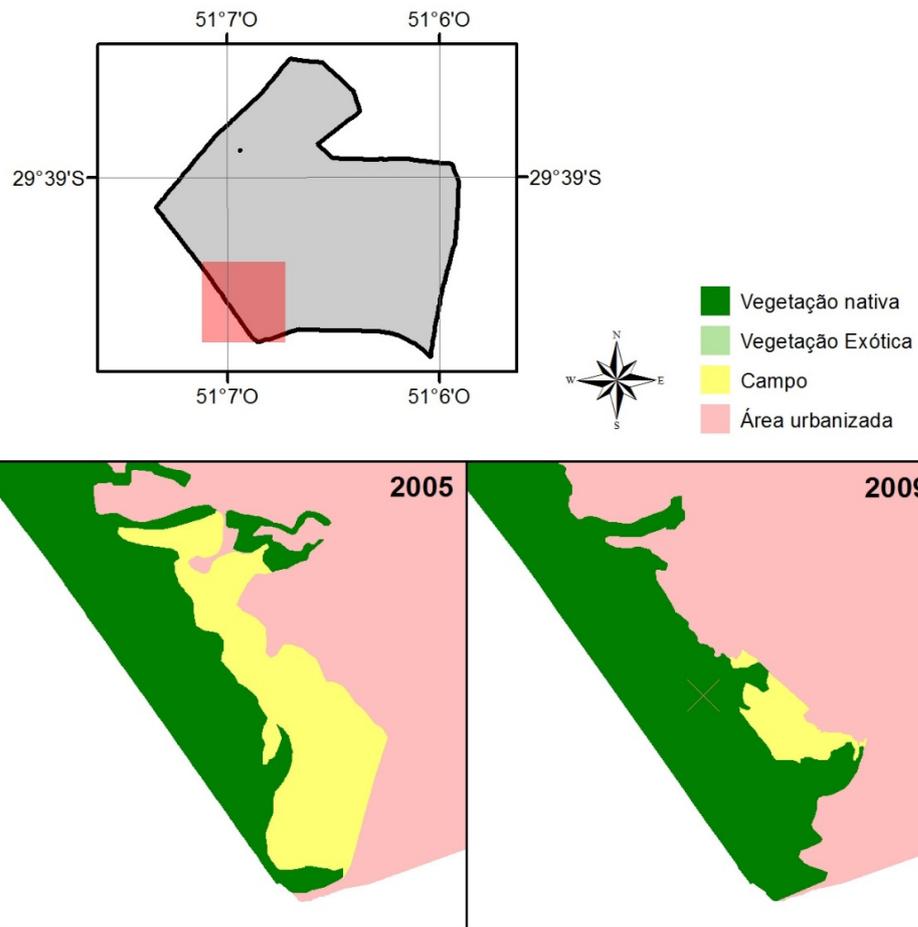
ricamente para qualquer tipo de mapeamento e integração e análise de dados espaciais. A análise temporal realizada neste trabalho foi enormemente facilitada ao empregar este tipo de plataforma.

Contudo, algumas ressalvas podem ser feitas a respeito da forma como foi conduzido o estudo, ficando, inclusive, de recomendação para estudos futuros similares. As imagens utilizadas, disponíveis no sistema Google Earth, por sua baixa resolução (ou necessidade de mosaicagem de vários pedaços com maior resolução) levaram a equipe a mapear diretamente no sistema Google Earth, trazendo as informações posteriormente para o ArcGIS através de arquivos kmz. Com a possibilidade de aquisição de imagens históricas de melhor resolução espacial e maior tamanho, o mapeamento de cada polígono seria feito diretamente no ArcGIS, tornando todo o procedimento mais dinâmico.

Quanto à redução de área urbanizada, como mencionado no capítulo anterior, a inclusão das áreas de solo exposto como área urbanizada deve ser sua principal causa. A exposição do solo, com total retirada da vegetação é a etapa que antecede a edificação. Não ocorrendo a edificação e ficando o solo exposto sem uso, sua recuperação para área de campo é rápida. Assim, estima-se que não tenha havido retração da área ocupada com edificações, mas somente retração das áreas de solo exposto. Portanto, sugere-se que novos trabalhos façam a distinção entre área realmente ocupada com edifícios urbanos e áreas de solo exposto, permitindo uma análise mais criteriosa.

Observou-se que áreas impactadas possuem a capacidade de se regenerar quando esses impactos são cessados. Esse exemplo pode ser observado entre 2005 e 2009, onde não houve interferência antrópica na área de campo localizada na região sudoeste da área de estudo, ocorrendo uma regeneração natural de sua grande parte para uma área com vegetação nativa em estágio inicial (Figura 9). Contudo, após 2009, a vegetação dessa região foi dando lugar à urbanização.

Observou-se, também, que os fragmentos de vegetação nativa existentes em meio à área urbana já consolidada sofreram redução em função do crescimento urbano nessa região. De modo geral, a vegetação localizada no limite oeste da área de estudo (sudoeste a noroeste) foi a mais impactada, ocorrendo várias fragmentações em função do crescimento urbano. Nessa região, foi possível observar através do mapeamento realizado, que áreas de campo, de vegetação nativa e vegetação exótica foram substituídas pela urbanização. A Figura 10 ilustra a urbanização irregular avançando e exercendo grande pressão antrópica sobre a vegetação nativa remanescente da região sudoeste da área de estudo.

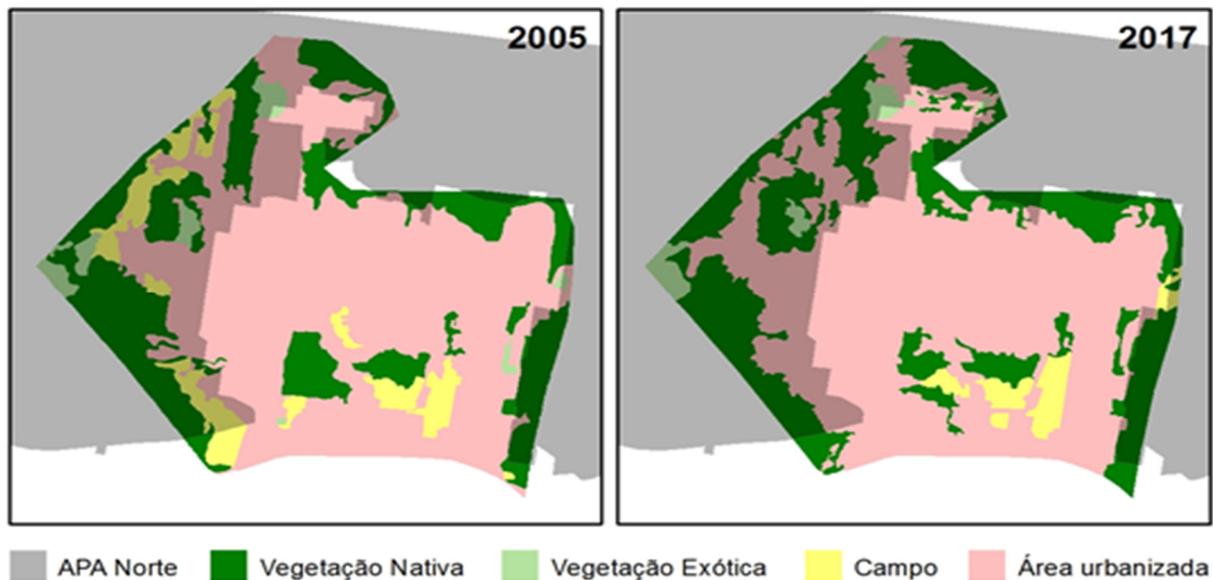


*Figura 9: detalhe da regeneração da vegetação nativa sobre área de campo de 2005 para 2009.*



*Figura10: Vegetação nativa sofrendo grande pressão antrópica em função da ocupação urbana irregular na região*

Cabe ressaltar, conforme já mencionado anteriormente, que as áreas dos bairros São José e Diehl são vizinhas à APA Norte. A expansão urbana, diagnosticada especialmente no setor oeste da área de mapeamento, que tanto tem pressionado a vegetação nativa da área, está ocorrendo além dos limites destes bairros, dentro da área da APA Norte. Na Figura 11 fica claro que a mais intensa expansão urbana no período tem se dado fora daquilo delimitado pelo poder público como área de urbanização, impactando áreas onde a prioridade é a preservação ambiental.



*Figura 11: expansão urbana sobre a APA Norte no limite oeste da área.*

Por um lado, estas expansões irregulares trazem risco a população que ali se instala, visto que são áreas sujeitas a deslizamentos e a alagamentos. A ocupação urbana, especialmente a irregular, só contribui para o aumento deste risco. Também por seu caráter irregular, a população ali residente acaba não dispondo de infraestrutura urbana. Por outro lado, esta ocupação dentro de uma área reservada à preservação ambiental, tão facilmente visível pela supressão vegetal, traz consigo vários outros impactos ambientais menos visíveis, mas nem por isso menos relevantes, como a contaminação de águas superficiais e subterrâneas pela disposição inadequada de lixo e esgoto.

## 7. Referências Bibliográficas

AGEFLOR, ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS. **A Indústria de Base Florestal no Rio Grande do Sul**. 2016. Disponível em: <<http://www.ageflor.com.br/noticias/wp-content/uploads/2016/09/AGEFLOR-DADOS-EFATOS-2016.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

BRASIL. Lei n. 11.428, de 22 de dez. de 2006. Lei de Aplicação do Bioma Mata Atlântica. **Lei de Aplicação do Bioma Mata Atlântica**. [S.l.], p. 1-11, dez. 2006. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm)>. Acesso em: 09 maio 2018.

CEPED, Centro Universitário de Estudos e Pesquisa Sobre Desastres. **Mapeamento de vulnerabilidade de áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações**. Novo Hamburgo: [s.n.],

CPRM, Serviço Geológico Brasileiro. **Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e inundação, Município de Novo Hamburgo- RS. Escala 1:50.000**. 2014. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Rio-Grande-do-Sul-5084.html>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

CPRM, Serviço Geológico Brasileiro. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000**. 2008. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia\\_basica/cartografia\\_regional/mapa\\_rio\\_grande\\_sul.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/mapa_rio_grande_sul.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2018.

DE MEDEIROS, Anderson Maciel Lima. E-book: **Artigos sobre Conceitos em Geoprocessamento. João Pessoa, Paraíba**. 2012. Disponível em: <[www.andersonmedeiros.com/wp-content/uploads/2012/09/E-book-Artigos-sobre-Conceitos-em-Geoprocessamento-Anderson-Medeiros.pdf](http://www.andersonmedeiros.com/wp-content/uploads/2012/09/E-book-Artigos-sobre-Conceitos-em-Geoprocessamento-Anderson-Medeiros.pdf)>. Acesso em: 05 jun, 2018.

DE MORAES NOVO, Evlyn. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4. ed. [S.l.]: Edgard Blucher, 2010. 387 p.

FLORENZANO, Teresa Callotti. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. 1. ed. Brasil: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

GRANCHO, Norberto José Rodrigues. **Origem e Evolução dos Sistemas de Informação Geográfica em Portugal**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 2005. 181 p

IAP, Instituto Ambiental do Paraná. **Conceitos Gerais Sobre Espécies Exóticas Invasoras**. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-814.html>>. Acesso em: 15 jun 2018.

JUNIOR, J. E. V. C; NOGUEIRA, C. O. G; COIMBRA, L. A. B. **Impacto ambiental em unidades de conservação ocasionado por espécies exóticas**. IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 3, 2013, pp. 179-182.

MARTINS, Fernando Roberto et al. **Chave de identificação de espécies arbóreo-arbustivas e palmeiras dos cerrados de Itirapina, SP**. Itirapina, SP: UNICAMP, 2013. 184 p.

MORA KUPLICH, Tatiana; VÉLEZ MARTIN, Eduardo. Identificação de tipologias de vegetação campestre e o uso de imagens Thematic Mapper (Landsat 5) na região dos Campos de Cima da Serra, Bioma Mata Atlântica. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, p. 2769-2775, abr. 2009. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.00.43/doc/2769-2775.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

NOVO HAMBURGO, RS. Lei Complementar n. 2150, de 07 de jun. de 2010. Lei Complementar nº 2.150/2010. **Lei Complementar nº 2.150/2010**. Novo Hamburgo, RS, p. 1-8, jun. 2010. Disponível em: <[http://servicos.novohamburgo.rs.gov.br/arquivos/File/PlanoDiretor/lei\\_complementar\\_2150\\_2010.pdf](http://servicos.novohamburgo.rs.gov.br/arquivos/File/PlanoDiretor/lei_complementar_2150_2010.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2018

NUCASE, Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental  
**Transversal - Princípios básicos de geoprocessamento para seu uso em saneamento - Nível 2.**  
Minas Gerais, MG. 2014.80p.

PROCERGS, Companhia de Processamento de Dados do Estado do Rio Grande do Sul.  
**Biodiversidade do RS: Vegetação.** 2016. Disponível em:  
<[http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php?acao=secoes\\_portal&id=26&submenu=14](http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php?acao=secoes_portal&id=26&submenu=14)>. Acesso em: 15 jun. 2018.

REIS, Nestor Goulart. “Sobre a dispersão em São Paulo.” In: Reis, Nestor Goulart; Portas, Nuno; Tanaka, Marta Soban (Orgs.). **Dispersão Urbana – diálogos sobre pesquisas no Brasil – Europa.** 49-58. São Paulo: FAUUSP, 2007.

STRECK, Edeimar Valdir *et al.* 2008. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2.ed. Porto Alegre. EMATER/RS. 222p.