



ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DA COBERTURA DO SOLO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA FLORESTA NACIONAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA

Amanda Herbst Schmitt Koch¹

RESUMO

Este estudo fez análise das alterações da cobertura do solo na zona de amortecimento da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA/SFP). O objetivo principal desta pesquisa foi analisar e avaliar estas alterações. O entorno da FLONA/SFP até o ano de 2004 apresentava uma cobertura de solo que era praticamente constituído de campo e pastagem, e a partir deste período, a agricultura se expandiu e grande parte do que hoje se pretende legalizar como Zona de Amortecimento são áreas de lavouras, cultivos e plantios. Como bases desta análise foram utilizadas imagens dos satélites LANDSAT-5 e LANDSAT-8 dos anos de 1985, 2011 e 2013. Para a tabulação e tratamento dos dados coletados foram usadas técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Com uso da plataforma Spring 5.2, SIG (Sistema de Informações Geográficas) disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foi feito o processamento digital de imagens. No período pesquisado houve maiores alterações nas classes temáticas de campo (redução) e lavouras (expansão). Estes apontamentos comprovam que os proprietários das áreas alteraram suas atividades nos últimos anos e, que estas mudanças podem ter afetado os ecossistemas locais. Estudos fundiários podem contribuir para uma análise mais eficaz sobre as alterações de uso e cobertura do solo objetivando a consolidação da Zona de Amortecimento da FLONA/SFP.

Palavras-Chave: Zona de Amortecimento, Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto.

ANALYSIS OF CHANGES IN COVERAGE OF SOIL BUFFER ZONE OF NATIONAL FOREST SÃO FRANCISCO DE PAULA

ABSTRACT

This study is analysis of changes in land cover in the buffer zone of the National Forest of São Francisco de Paula (FLONA/SFP). The main objective of this research was to analyze and evaluate these changes. The surroundings of the FLONA/SFP by the year 2004 had a ground cover that was practically made field and pasture, and from this period, agriculture expanded and much of what today whether to legalize as Buffer Zone are areas crops and plantations. As the basis of this analysis were used images from the Landsat-5 and Landsat-8 satellites the years 1985, 2011 and 2013. For the tabulation and processing of collected data were used techniques of GIS and Remote Sensing. With use of Spring 5.2 platform, GIS (Geographic Information System) provided by the National Institute for Space Research (INPE), it was made the digital image processing. In the period surveyed were no major changes to the thematic classes field (reduction) and crops (expansion). These notes show that the owners of the areas changed their activities in recent

¹¹ Floresta Nacional de São Francisco de Paula – ICMBio, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – Uergs. E-mail: amandaherbst@gmail.com



years and that these changes may have affected local ecosystems. Land studies can contribute to a more effective analysis of the use and land cover changes aimed at consolidating the Buffer Zone of the FLONA/SFP.

Keywords: Buffer Zone, National Forest of São Francisco de Paula, GIS and Remote Sensing.

ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE CAMBIOS EN SUELO BUFFER ZONA DE BOSQUE NACIONAL SÃO FRANCISCO DE PAULA

RESUMEN

Este estudio es el análisis de los cambios en la ocupación del suelo en la zona de amortiguamiento del Bosque Nacional de San Francisco de Paula (FLONA/SFP). El principal objetivo de esta investigación fue analizar y evaluar estos cambios. Los alrededores del FLONA/SFP para el año 2004 tenían una cubierta de tierra que se hizo prácticamente de campo y los pastos, ya partir de este período, la agricultura se expandieron y gran parte de lo que hoy si se debe legalizar como Zona de Amortiguamiento son áreas de cultivos y plantaciones. A medida que la base de este análisis se utilizaron imágenes de los satélites Landsat-5 y Landsat-8 en los años 1985, 2011 y 2013. Para la tabulación y procesamiento de los datos obtenidos se utilizaron técnicas de SIG y Teledetección. Con el uso de la plataforma Spring 5.2, GIS (Sistema de Información Geográfica) proporcionada por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), que se realizó el procesamiento digital de imágenes. En el período estudiado hubo grandes cambios en el ámbito temático clases (reducción) y los cultivos (expansión). Estas notas muestran que los propietarios de las áreas cambiaron sus actividades en los últimos años y que estos cambios pueden haber afectado los ecosistemas locales. Estudios de la tierra pueden contribuir a un análisis más efectivo del uso y cobertura del suelo cambios encaminados a la consolidación de la Zona de Amortiguamiento del FLONA/SFP.

Palabras clave: Zona Buffer, bosque del Estado de São Francisco de Paula, SIG y Teledetección.

1. Introdução

A Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA/SFP) está localizada nos Campos de Cima da Serra, região nordeste do Rio Grande do Sul, no município de São Francisco de Paula. Esta área apresenta uma variação altitudinal de 630 a 930 metros e tem precipitação anual de aproximadamente 2.000mm. Anteriormente chamada de Estação Florestal de Morrinhos, hoje nomeada de Floresta Nacional de São Francisco de Paula, a área teve suas primeiras glebas de terra (875,32 ha) adquiridas no ano de 1945, pelo Instituto Nacional do Pinho (INP), órgão oficial de interesse relacionado ao pinho (araucária), criado através do Decreto Lei nº 3.124/1941. Entre várias atribuições do instituto, uma delas deu origem às atuais Florestas Nacionais da Região Sul e Sudeste do Brasil. O instituto contribuía para o reflorestamento da araucária. O Instituto Nacional do Pinho era responsável por contribuir para o reflorestamento nas zonas de produção do pinho. Destaque-se ainda, que o INP deveria contribuir para o reflorestamento, com o replantio das espécies determinadas pelos técnicos do Ministério da Agricultura, em terras adquiridas para esse fim. A partir de 1962 passou a designar-se Parque Florestal Joaquim Francisco de Assis Brasil



contando com 1065,13 ha. Então, sob administração do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), que consolidou a área de 1606 ha em 1965, quando passou a ser denominada de Floresta Nacional de São Francisco de Paula. Após a administração do IBDF, foi administrado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) de 1989 a 2007, e desde então é administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Na FLONA/SFP além de araucária são encontrados reflorestamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, *Eucalyptus* e outras essências com fins comerciais, totalizando uma cobertura de pouco mais de 600 ha. A floresta nativa ocupa mais de 900 ha. Também ocorrem pequenos trechos de campo nativo e banhado. A exploração dos recursos florestais visa uma produção madeireira média de 10.000 m³ de madeira/ano, conforme está previsto em seu Plano de Manejo, sendo também exploradas a semente da araucária (pinhão) e a samambaia-preta. Entre os elementos da fauna, há uma grande riqueza da avifauna, com mais de 210 espécies, residentes ou migratórias, e a presença de alguns mamíferos ameaçados de extinção, como o leão-baio e o bugio-ruivo. Nos últimos anos também tem sido registrado a presença do lobo-guará na FLONA/SFP – indivíduo com filhotes – com o registro de armadilhas fotográficas.

Atualmente está sendo discutida a proposta da zona de amortecimento desta Unidade de Conservação (UC). Segundo a Gestão da Unidade, o entorno da FLONA/SFP até o ano de 2004 apresentava uma cobertura de solo que era praticamente constituído de campo e pastagem, sendo que os pecuaristas faziam uso do fogo como manejo das áreas de campo. A partir deste período, a agricultura se expandiu e grande parte do que hoje se pretende legalizar como Zona de Amortecimento da FLONA/SFP são áreas de lavouras, cultivos e plantios. No entanto, estas alterações não estão especificadas e quantificadas, ou seja, a magnitude das mudanças da cobertura do solo ao longo do tempo e sua representatividade no contexto da paisagem atual não são precisas.

Nesse sentido, é importante que seja realizada uma análise da evolução espaço-temporal da cobertura do solo do entorno da área da FLONA/SFP com intuito de gerar subsídios qualitativos e quantitativos à gestão da UC em relação à dinâmica de alterações da paisagem e que contribuam às discussões relativas à definição da poligonal da zona de amortecimento da unidade.

A partir da década de 1990, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 013/90) intensificou suas ações e aumentou suas preocupações em relação ao entorno das Unidades de Conservação. Desde então, foram criadas de forma legal, as “Zonas de Amortecimento”, definidas conforme a legislação (Lei 9.985/2000) como “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. A Floresta Nacional de São Francisco de Paula é uma Unidade de Conservação, mas a mesma ainda não possui definida sua Zona de Amortecimento, apenas segue a legislação para licenciar e fiscalizar de acordo com as normas estabelecidas em lei. Portanto, a cobertura do solo desta área pode ter sofrido alterações nas últimas décadas, causando prejuízos ambientais ou não para a Unidade de Conservação. Assim, o presente estudo



pretende contribuir na gestão da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, a partir do momento em que seja possível apontar alguma(s) alteração(ões) no uso, na manutenção e na administração da cobertura do solo da Zona de Amortecimento.

Como hipótese, para esta pesquisa, mesmo após a resolução CONAMA 428/10 que cria as zonas de amortecimento, houve alterações expressivas na cobertura do solo da área correspondente a “Zona de Amortecimento” no entorno da Unidade de Conservação Floresta Nacional de São Francisco de Paula. O objetivo geral deste trabalho foi analisar e discutir as alterações na cobertura do solo da zona de amortecimento da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, com os seguintes pontos específicos: a) através da interpretação, classificar as imagens de satélite, alterações espaço-temporais na cobertura do solo nos períodos de abril de 1985, abril de 2011 e abril de 2013; b) realizar análise comparativa das mudanças na cobertura do solo no período supracitado, e avaliar a intensidade das alterações da paisagem anteriormente e posteriormente a publicação da resolução CONAMA 428/10.

2. Unidades de conservação (UC)

Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, Unidade de Conservação é o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. De acordo com esta lei, as Unidades de Conservação tem os seguintes objetivos: a) contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais; b) proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional; c) contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais; d) promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais; e) promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento; f) proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica; g) proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural; h) proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos; i) recuperar e restaurar ecossistemas degradados; j) proporcionar os meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; k) valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica; l) favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico e; m) proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.



As Florestas Nacionais (FLONAs) são Unidades de Conservação (UC) de uso direto ou “uso sustentável”, assim como, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIEs), Reservas Extrativistas (Resex), Reservas de Fauna, e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs). No entanto, sua forma de gestão e uso difere dessas UC’s. Em 1965, o Governo Federal promulgou a Lei n.º 4.771 na qual estava criado o sistema de “Parques Nacionais”. O objetivo era criar áreas de preservação da riqueza genética, da flora e fauna locais. O programa se desenvolveu, e trinta e nove parques foram criados em território nacional a partir das diferentes formações vegetais do Brasil. Em 1967, os “Parques Nacionais” foram transformados em “Florestas Nacionais”, que receberam o nome das cidades onde estavam situadas (STRANZ 2003). As FLONAs são áreas com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas tendo como objetivos básicos o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e à pesquisa científica (DOBROVOLSKI *et.al.*, 2006). As Florestas Nacionais são consideradas áreas de domínio público, com cobertura vegetal nativa ou plantada.

3. Zonas de amortecimento de unidades de conservação

De acordo com a Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, ficou regulamentado o artigo 225, parágrafo primeiro, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, instituindo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Como o interesse deste trabalho está focado nas zonas de amortecimento, destaco que a referida lei determina que “as unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir uma zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos” (BRASIL, 2000). O texto, no seu segundo artigo define como zona de amortecimento, “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade” (BRASIL, 2000).

O órgão responsável pela administração da unidade de conservação deve estabelecer normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento e dos corredores. Os limites da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos e as respectivas normas poderão ser definidas no ato de criação da unidade ou posteriormente. E ainda, as unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo, que deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas. Mas, como a criação da FLONA SFP foi antes da existência das Zonas de Amortecimento, não consta em seu Plano de Manejo a Zona de Amortecimento definida. É relevante também citar que a zona de amortecimento das unidades de conservação, uma vez definida formalmente, não pode ser transformada em zona urbana (BRASIL, 2000).

No entanto, a simples criação da Zona de Amortecimento em uma Unidade de Conservação não garante a proteção dos ecossistemas. Há conflitos com populações humanas e carência de planos



de manejo eficientes e de sua aplicação. Estes são apenas alguns dos problemas enfrentados que dificultam a implementação e a efetividade das Zonas de Amortecimento nas unidades de conservação.

Dobrovolski *et.al.* (2006) estudaram a Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA/SFP) e seu entorno – objeto de estudo também deste trabalho, porém restrito a sua Zona de Amortecimento –, com objetivo de gerar informações que contribuíssem para o planejamento do uso e ocupação da área. Neste estudo, foram apontadas áreas prioritárias à conservação no interior da unidade, com influência direta sobre a mesma. A preocupação dos pesquisadores estava voltada para o planejamento e a fiscalização da UC e conseqüentemente da sua Zona de Amortecimento. Como resultados Dobrovolski *et.al.* (2006) indicaram que “as áreas protegidas mais próximas da FLONA/SFP são as seguintes: a Reserva Biológica da Serra Geral, que está distante cerca de 18 km e com área de 4.445 ha, e a Estação Ecológica Estadual de Aratinga, com 5.882 ha, e a 11 km de distância”. Além dessas Unidades de Conservação foram apontadas ainda as Áreas de Proteção Ambiental (APA) de Riozinho ao sul, e da Rota do Sol – que inclui a Estação Ecológica Estadual (ESEC) de Aratinga – ao norte.

4. Sensoriamento remoto e geoprocessamento

O Sensoriamento Remoto abrange uma série de técnicas, com a utilização de sensores para a captação e registro de informações à distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre (JENSEN, 2007). Sensores são dispositivos capazes de captar a energia eletromagnética refletida ou emitida por uma superfície qualquer e registrá-las na forma de dados digitais passíveis de armazenamento, manipulação e análise por meio de programas específicos de Geoprocessamento (FITZ, 2008). A energia utilizada provém de fontes naturais como a luz sol, refletida pela superfície terrestre, ou artificial como os sinais produzidos por radares (FLORENZANO, 2011).

Uma importante ferramenta de geoprocessamento é o sistema de informações geográficas (SIG), um programa que permite realizar o tratamento e manipulação dos dados geográficos na maioria das vezes obtidos por técnicas de sensoriamento remoto (CÂMARA et al., 2000) como o *Spring 5.2*, programa brasileiro, criado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e disponível de forma livre e gratuita.

O uso de imagens de sensores remotos orbitais é necessário em estudos que necessitam de dados temporais regulares. A *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) possui o programa Landsat, onde foram desenvolvidos e lançados uma série de oito satélites. O primeiro iniciou as atividades em 1972. Esses satélites da série Landsat, inicialmente, foram desenvolvidos para exercer suas funções durante dois anos em média, mas alguns se mantiveram em operação durante um maior tempo, como é o caso do Landsat 5, que obtém imagens de praticamente toda superfície do globo desde 1984 terminando suas atividades no início de 2012. (NOVO, 2010).



Importante contribuição da série Landsat foi realizada no ano de 2013 com o lançamento do oitavo satélite da série: Landsat 8. As imagens começaram a ser transmitidas no dia 18 de março (USGS, 2013), e assim, foi possível incluir esta base de dados no presente trabalho. Uma das técnicas utilizadas por profissionais da área ambiental é o mapeamento de cobertura do solo com a classificação de imagens. Estas técnicas de processamento de imagens consistem na extração de informação para reconhecimento de padrões e objetos homogêneos (CÂMARA et al., 1996). Os métodos de classificação são usados para mapear áreas da superfície terrestre que apresentam um mesmo significado em imagens digitais.

Este trabalho apresenta semelhanças com outros estudos realizados no Brasil sobre Zonas de Amortecimento em Unidades de Conservação, utilizando ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Não há como nomear e relatar todos os estudos nesta área. No entanto, é importante destacar estudos que estão concentrados principalmente na região sudeste, nordeste e norte do Brasil, como os de Rudke et. al. (2013) na área da reserva biológica do Jarú; Rodrigues & Pereira (2013), sobre a vulnerabilidade ambiental na zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena; Costa et. al. (2011) na Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca, no Rio de Janeiro; Iwamoto & Rodrigues (2011) ao discutirem uma proposta de delimitação da zona de amortecimento do Parque Nacional do Itatiaia; Rodrigues et. al. (2010), ao estudarem os impactos ambientais na Zona de Amortecimento do Parque Nacional do Catimbau (Pernambuco) – local que, a exemplo da FLONA/SFP, não tem sua zona de amortecimento definida, ficando apenas no plano teórico – quando apontaram que “a conservação da ZA torna-se fundamental para preservação e proteção da diversidade biológica de um parque, uma vez que se forem degradadas, a diversidade biológica dentro do parque diminuirá”; entre outros.

5. Implicações da FLONA/SFP para a bacia hidrográfica dos Sinos

A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos tem algumas de suas nascentes na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, localizadas dentro da área da Unidade de Conservação e inúmeras nascentes no entorno. No mapa de Uso e Conservação do Solo (2010), da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, o lado leste possui dezesseis nascentes, o lado norte possui cinco nascentes, e o lado oeste possui três nascentes. Todas essas nascentes identificadas na zona de amortecimento têm seus cursos d'água cruzando a Unidade de Conservação.

Dados sobre o Rio dos Sinos revelam que o mesmo conta com 193 quilômetros de percurso, mais de três mil e trezentos rios secundários e arroios, com bacia estimada em quatro mil km², envolve trinta e dois (32) municípios do Rio Grande do Sul e uma população de aproximadamente de dois milhões, noventa e seis mil e quinhentas e doze (2.096.512) pessoas.

Tendo em vista que a Unidade de Conservação faz parte da bacia do Rio dos Sinos, é importante preservar as nascentes das áreas da zona de amortecimento que cortam a área da UC, de forma



que se estas águas estiverem poluídas com pesticidas e/ou agrotóxicos, entre outros, estará afetando a própria UC de forma direta.

6. Metodologia

A partir do interesse da Floresta Nacional de São Francisco de Paula em definir sua Zona de Amortecimento, para melhor gerir esta área foram iniciadas as pesquisas e coleta de dados para este trabalho. Com objetivo de contribuir na implantação desta Zona de Amortecimento, inicialmente, foi feita uma breve revisão bibliográfica sobre o tema, onde foram encontradas pesquisas neste sentido e que auxiliaram na condução das atividades. Através de imagens captadas dos satélites LANDSAT-5 e LANDSAT-8 foi possível observar as alterações no solo da futura Zona de Amortecimento. A imagem mais antiga do local foi do ano de 1985. Para a comparação foram utilizadas também imagens dos anos de 2011 (após a Resolução 428/2010 do CONAMA, que criou as Zonas de Amortecimento) e 2013 (a mais atual). Como base, utilizamos o mês de abril por ser um dos melhores períodos para identificar estas possíveis alterações.

7. Resultados

Os resultados obtidos para área de estudo revelam as expressivas alterações na cobertura do solo da zona de amortecimento. Estes resultados serão apresentados em dois momentos: a) espacialização das classes de cobertura do solo; b) análise quantitativa da cobertura do solo.

As Figuras 01, 02, e 03, apresentam os mapas de classificação e as imagens orbitais (composição colorida falsa-cor RGB) dos anos analisados neste trabalho (i.e., 1985, 2011 e 2013), referentes à zona de amortecimento da Floresta Nacional de São Francisco de Paula. É possível observar, inicialmente, a redução gradativa dos campos, a manutenção da mata nativa e o aumento das lavouras principalmente nos últimos dois anos e na porção norte da área de estudo. Fica evidente que na porção norte da zona de amortecimento da FLONA/SFP há o surgimento de uma faixa com silvicultura, a leste outra faixa com silvicultura, a oeste poucas alterações, e ao sul um grande mosaico de classes temáticas.

Há evidências da conversão de campo em silvicultura em uma área localizada há aproximadamente um quilômetro da Unidade de Conservação. Também é possível observar outra dinâmica que ocorre em maior escala nos últimos dois anos, ou seja, a conversão do campo em lavouras. Esta mudança ocorreu em diversos pontos na zona de amortecimento da FLONA/SFP e é mais evidente nesses últimos dois anos. Ainda é apontado como exemplo uma área em que a mata nativa foi mantida, assim como em vários outros pontos.

Figura 01 – Mapa de Cobertura do Solo de 1985

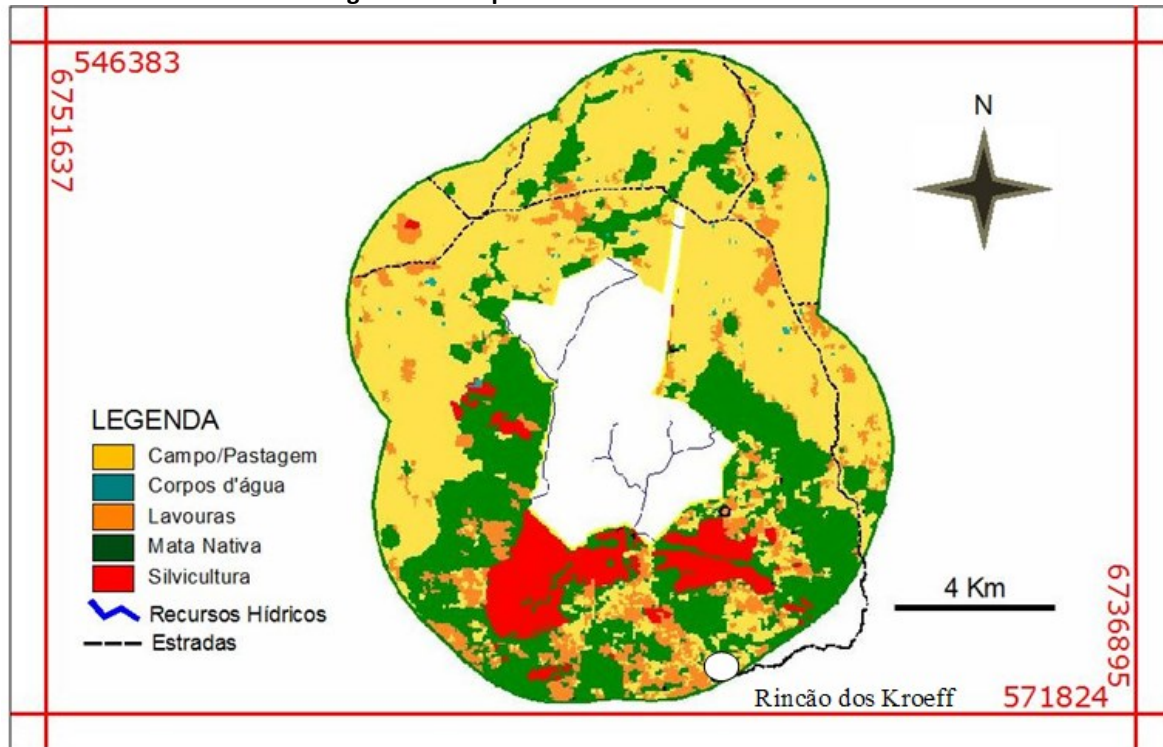


Figura 02 – Mapa de Cobertura do Solo de 2011

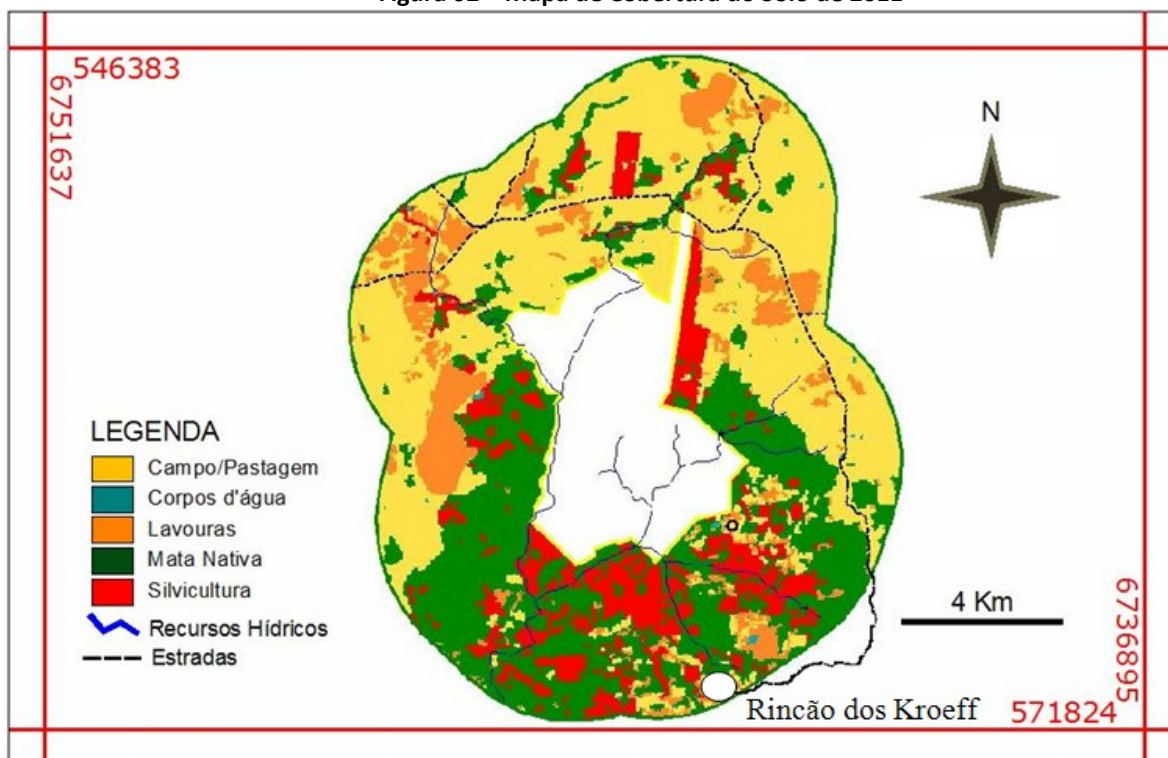
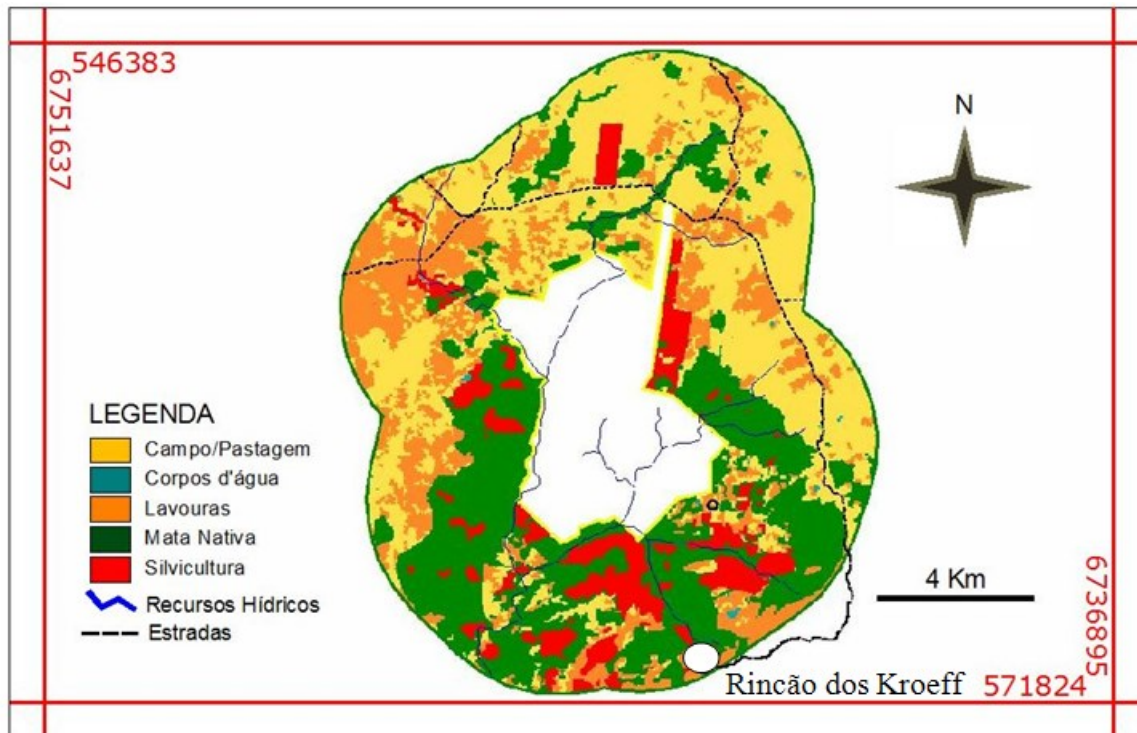


Figura 03 – Mapa de Cobertura do Solo de 2013



Conforme dados da Tabela 1, partindo do ano de 1985, é possível observar que a área do entorno da Floresta Nacional de São Francisco de Paula era composta predominantemente por campos, que na época, ocupavam cerca de 4.637 hectares da área da ZA, ou 54% da área total da zona de amortecimento, ou seja, mais da metade da área analisada. Neste período, a mata nativa (2424 ha / 28% da área total) aparecia como a segunda classe de vegetação, seguida pelas lavouras (897 ha / 11% da área total) e pela silvicultura (625 ha / 7% da área total). Podemos deduzir que os proprietários das terras que compõem a zona de amortecimento da FLONA/SFP trocaram sua preferência de atividade econômica, de pecuária para o cultivo agrícola. No entanto, vale ressaltar que a prática da criação de gado não foi abandonada, talvez apenas tenha sido reduzida.

Vinte e seis anos depois (2011), conforme as imagens de satélite, as classes que sofreram maiores alterações no entorno da FLONA/SFP foram os campos, com perda de aproximadamente 8% da área total, ou cerca de 644 hectares; e a silvicultura, com aumento de 6% na área de plantio, ou em números aproximados quase duplicando seu espaço de 625 hectares para 1100 hectares. As demais classes (i.e., corpo d'água, mata nativa e lavouras) praticamente mantiveram suas áreas, com poucas modificações a favor ou contra.



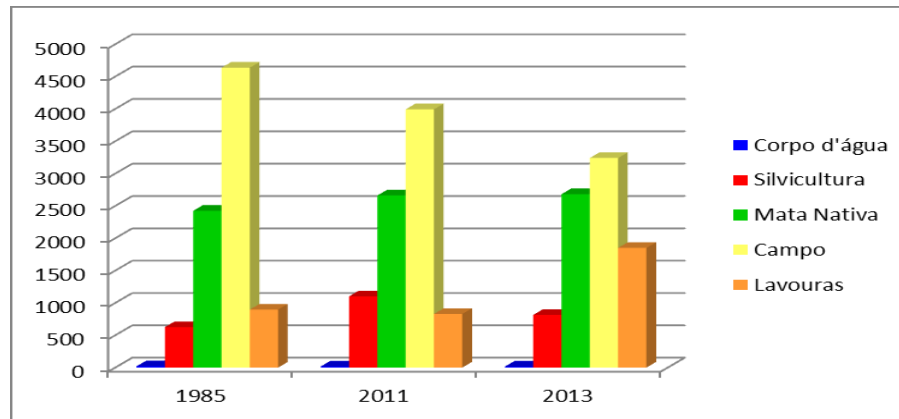
Tabela 1 – Classes temáticas em números absolutos de área (ha)

Classes / Ano	1985	2011	2013
Corpo d'água	19	17	15
Silvicultura	625	1100	813
Mata Nativa	2424	2661	2681
Campo	4637	3993	3241
Lavouras	897	831	1852
Área total	8602	8602	8602

No último ano (2013), o campo nativo perdeu mais uma parte expressiva de sua área, caindo para apenas 38% da área total, ou seja, menos da metade. Em quase 30 (trinta) anos os campos que representavam mais da metade da zona de amortecimento da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, agora, ocupam um espaço menor do que as demais vegetações em conjunto. O que chama atenção nas imagens coletadas no último período é o aumento das lavouras, que de 1985 até 2013 mais que duplicaram – de 11% para 22%, ou em números gerais aproximados de 897 para 1852 hectares – sua área dentro da zona de amortecimento. Este fenômeno aconteceu nos últimos dois anos, pois de acordo com as imagens de satélite, até 2011 a área das lavouras ocupava praticamente a mesma dimensão que em 1985 (831 hectares ou 10% da área total no ano de 2011). Portanto, as maiores alterações são recentes, demonstrando uma possível mudança de postura dos proprietários das áreas que compõem a zona de amortecimento da FLONA/SFP. Para realizar uma análise mais detalhada é importante executar uma observação de cada uma das classes separadamente e seus efeitos e impactos na zona de amortecimento da Floresta Nacional de São Francisco de Paula. Trabalho semelhante foi feito por Costa et. al. (2011), no mapeamento da zona de amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca (RJ) para que fossem observadas as transformações no uso do solo.

A partir do Gráfico 1 é possível observarmos comparativamente ano a ano como foram as transformações na cobertura do solo da zona de amortecimento da Floresta Nacional de São Francisco de Paula. Com o passar dos anos, os campos foram perdendo espaço, enquanto que a mata nativa teve crescimento pouco significativo. Houve oscilações na silvicultura e um grande aumento nas lavouras nos últimos dois anos. Pelas imagens de satélite também foi possível identificar alterações da cobertura do solo na localidade do Rincão dos Kroeff, provavelmente, pelo fato de ter um maior número de moradores. Já, nas propriedades do lado norte, sul e oeste da FLONA/SFP há também uma grande alteração, onde se destacam as lavouras, e o número de moradores é extremamente menor que no Rincão dos Kroeff, pois são propriedades com áreas bastante extensas. Isto leva a uma reflexão de que o fator populacional possivelmente não teve influencia direta sobre a zona de amortecimento, ou seja, o fato de haver mais moradores em um determinado espaço em relação a outro não foi motivo de uma maior degradação, já que as áreas apresentam, praticamente, as mesmas mudanças em valores absolutos e percentuais de área.

Gráfico 1 – Comparativo de Classes Temáticas



Analisando isoladamente cada ano com os percentuais de cada uma das classes, é possível verificar como as principais classes de vegetação obtiveram mudanças significativas nos últimos 28 (vinte e oito) anos, sendo que algumas tiveram perdas maiores, enquanto que outras tiveram a duplicação de suas áreas, ou oscilações.

Os campos, vegetação predominante da região dos Campos de Cima da Serra, foram perdendo gradativamente espaço no entorno da FLONA/SFP – zona de amortecimento – no decorrer dos anos. Este reduziu em mais da metade da área total (54%) para quase um terço (38%). Trata-se de uma alteração bastante expressiva na cobertura do solo da região se forem considerados os números em hectares. Houve uma modificação de aproximadamente 1.400 (mil e quatrocentos) hectares. Estas alterações podem ter causado danos e modificações aos ecossistemas ali existentes, com a redução do habitat de algumas espécies campestres. O aumento da mata nativa – que provavelmente ocorreu em função da legislação que proíbe a derrubada de várias espécies arbóreas e, com isso houve o pequeno crescimento desta vegetação – não ameniza os impactos causados pela diminuição dos campos, pois espécies diferentes ocupam e constituem os ecossistemas. Também não há como apontar que os campos teriam perdido área para a mata nativa, pois esta só aumentou em 3% (três por cento) sua área de 1985 para 2011 e 2013.

A silvicultura, prática apontada por alguns autores (BEHLING et.al. 2009; DOBROVOLSKI et. al. 2006; PILLAR et. al. 2009) como bastante comum no entorno da FLONA/SFP, apresentou oscilações em sua área de plantio no período analisado. Vale destacar que grande parte dos plantios são compostos essencialmente de *Pinus*. Nas áreas que compreendem a zona de amortecimento da Unidade de Conservação havia 7% de área destinada para a silvicultura em 1985. Este espaço quase duplicou até o ano de 2011, apresentando 13% da área total da zona de amortecimento e, neste último ano (2013) caiu para 9%. Estas oscilações, provavelmente, estão relacionadas ao corte e replantio destas árvores para atender as indústrias que fornecem madeira para construção e para fabricação de móveis.



Por fim, as lavouras foram a classe que apresentaram maior aumento, principalmente nos últimos dois anos, no entorno da Floresta Nacional de São Francisco de Paula. Através das imagens de satélite de 2011 e 2013 é possível comprovar esta grande alteração, com a duplicação da área de cultivo. Reafirmo que em 1985 as lavouras ocupavam aproximadamente 897 hectares da área total da zona de amortecimento da UC, ou seja, 11% deste espaço. Até 2011, a situação parece ter sido pouco alterada, pois de acordo com a imagem de satélite neste período as lavouras constituíam cerca de 10% da área, com 829 hectares. No entanto, as lavouras praticamente duplicaram seu espaço em 2013, com 22% da área total e, mais de 1.800 hectares de plantações. Os possíveis impactos destas mudanças, com o aumento das lavouras, são o uso de mais agrotóxicos – que danificam e desgastam o solo, e com a chuva esses pesticidas contaminam os recursos hídricos da região, e ainda, o manejo inadequado do solo e o cultivo permanente de algumas culturas prejudicam a terra, deixando-a cada vez mais infértil, fazendo com que seja necessário cada vez mais o uso de agrotóxico e produtos para correção do mesmo – trazendo danos a médio e longo prazo. A principal técnica de manejo do solo no entorno da FLONA/SFP (também bastante utilizada no restante do município e da região) são as queimadas, que ainda não apresentam dados conclusivos, pois enquanto alguns pesquisadores criticam tal técnica, outros defendem a mesma. O que é possível apontar é que esta técnica prejudica, mesmo que parcialmente, a flora e a fauna local (FONSECA et. al. 2009).

Apesar das evidências apresentadas, e a possibilidade de observação das alterações na cobertura do solo, ainda há muitos impactos que não puderam ser identificados com o uso do Sensoriamento Remoto nesta pesquisa. Alguns trabalhos em zonas de amortecimento (p.e., RUDKE et. al. 2013; RODRIGUES et. al. 2010) conseguiram apontar outros agravantes como: destruição da biodiversidade, erosão e empobrecimento dos solos, enchente e assoreamento dos rios, diminuição dos índices pluviométricos, elevação das temperaturas, desertificação, proliferação de pragas e doenças, desmatamentos, queimadas, risco de infiltração de contaminantes no lençol freático e deposição de lixo. No entanto, este trabalho se ateve a uma escala menor de análises. Portanto, não é possível descartar a importância de futuros trabalhos para ampliação do entendimento das dinâmicas de alteração e demais impactos ambientais na Zona de Amortecimento da FLONA/SFP.

8. Considerações finais

Os dados aqui apresentados podem contribuir para a futura implantação e instalação da Zona de Amortecimento da Floresta Nacional de São Francisco de Paula. A pesquisa de observação deste trabalho, relacionada com dados fundiários da área que compreenderá a zona de amortecimento, serão importantes para a definição e manutenção deste território. No entanto, destaco que é necessário um estudo fundiário atualizado e que envolva a geração de dados detalhados e



especializados. Como sugestão, lembro que no contexto do Cadastro Ambiental Rural (CAR), a partir da geração e divulgação dos resultados do mesmo, há possibilidades de análises mais aprofundadas.

Para a futura implantação da Zona de Amortecimento serão necessárias discussões e debates com os proprietários das terras que compreendem esta área. Nas Reuniões do Conselho Consultivo da Unidade de Conservação realizadas nos últimos anos são indicados possíveis conflitos nas porções oeste, noroeste e norte da futura Zona de Amortecimento. Já há trabalhos de aproximação com estes proprietários e os mesmos deverão ser intensificados nos próximos anos com intuito de esclarecer e transmitir informações sobre a necessidade da criação deste espaço para a Unidade de Conservação. Por outro lado, na parte sudeste e sul – onde fica a localidade de Rincão dos Kroeff – a negociação está bem avançada e é possível que os conflitos nesta área sejam menores para a implantação da Zona de Amortecimento.

Salienta-se também que impactos relacionados às lavouras, como a utilização de agrotóxicos e pesticidas – já mencionados anteriormente – não foram observados neste trabalho, pois os mesmos necessitam de outras técnicas de análise. Neste estudo, foi priorizado as análises de alteração da paisagem em outra escala de observação, avaliando a cobertura do solo da zona de amortecimento através de imagens de satélite. São dados importantes que contribuem para futuros desdobramentos deste estudo com a utilização de outras ferramentas de avaliação. Novas pesquisas nesta área poderão contribuir com a gestão da Unidade de Conservação.

Áreas próximas às nascentes, banhados e demais recursos hídricos parecem estar mais vulneráveis, assim como as que ficam próximas ou junto às matas nativas. Portanto, nestes locais devem ser concentrados os esforços da gestão da unidade de conservação. Assim como no estudo de Rodrigues e Pereira (2013), é importante destacar a necessidade da realização de estudos que identifiquem áreas de “alta” e “muito alta” vulnerabilidade na ZA da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, portanto, determinadas áreas poderão e deveriam ser licenciadas com maior rigor. Como Guimarães et. al. (2009) destacam quanto maior for a zona de amortecimento, maior será a proteção dada aos ecossistemas.

Atualmente está sendo discutida a proposta da zona de amortecimento desta Unidade de Conservação. Segundo a gestão da unidade, o entorno da FLONA/SFP até o ano de 2004 apresentava uma cobertura de solo que era praticamente constituído de campo e pastagem, e a partir deste período, a agricultura se expandiu e grande parte do que hoje se pretende legalizar como Zona de Amortecimento da FLONA/SFP são áreas de lavouras, cultivos e plantios. É fundamental o levantamento fundiário das propriedades da futura zona de amortecimento, para que se obtenha dados sobre a população do entorno, quantidade de hectares de cada proprietário e para qual finalidade são utilizadas as terras. Também são necessárias atividades que permitam uma proximidade maior com os moradores locais e saber como estes utilizam suas terras.



Referências

BEHLING, Hermann; JESKE-PIERUSCHKA, Vivian; SCHÜLER, Lisa; PILLAR, Valério De Patta. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, Valério De Patta; MÜLLER, Sandra Cristina; CASTILHOS, Zélia Maria de Souza; JACQUES, Aino Víctor Ávila. **Campos Sulinos** – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2009.

BRASIL, SNUC – SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Brasília, 2000.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; DAVIS, C. (Org.). **Geoprocessamento: teoria e aplicação**. São José dos Campos: INPE, 2000.

CÂMARA, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. C. P. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

COSTA, Vivian Castilho da; SILVA, Rodrigo Conceição da; LOPES, Cinthia Quintela Gomes; SILVA, Simone Magalhães. **Monitoramento do uso do solo urbano com base em interpretação visual de imagem de satélite Alos (Prism) e Google Earth: um estudo de caso na Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) – município do Rio de Janeiro (RJ)**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE.

DOBROVOLSKI, Ricardo; BOTH, Rogério; COELHO, Igor Pfeifer; STOLZ, José Francisco; SCHÜSSLER, Glauco; RODRIGUES, Gilberto Gonçalves; GUERRA, Teresinha; HARTZ, Sandra Maria. Levantamento de áreas prioritárias para a conservação da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (RS, Brasil) e seu entorno. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.4, n. 1/2, p. 7-14, jan./jun. 2006.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**, 3ª edição, ampliada e atualizada. 3ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FLORESTA NACIONAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA. Histórico. Disponível em www.florestanacional.com.br/histórico.html acesso em 20/10/2013.

FONSECA, Carlos Roberto; GANADE, Gislene; BALDISSERA, Ronei; BECKER, Carlos Guilherme; BOELTER, Carlos Renato; BRESCOVIT, Antonio Domingos; CAMPOS, Lucas Miranda; FLECK, Tomás; FONSECA, Vanda Simone; HARTZ, Sandra Maria; JONER, Fernando; KÄFFER, Marcia Isabel; LEAL-ZANCHET, Ana Maria; MARCELI, Marcelo Pinto; MONDIN, Cláudio Augusto; PAZ, Claudia Pandolfo; PETRY, Maria Virginia; PUTZKE, Jair; VERGARA, Micheline; MESQUITA, Alex Sandro; VIEIRA, Emerson Monteiro. Princípios modernos de manejo florestal e a conservação da biodiversidade associada à Floresta com Araucária. In: FONSECA, Carlos Roberto; SOUZA, Alexandre Fadigas de; LEAL-ZANCHET, Ana Maria; DUTRA, Tânia Lindner; BACKES, Albano; GANADE, Gislene (eds.). **Floresta com araucária: conservação e desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2009.

GUIMARÃES, Ariana Silva; SILVA, Fábio Fernandes da; GHERARDI, Douglas Francisco Marcolino; FONSECA, Leila. **Delimitação de zonas de amortecimento em unidades de conservação: o caso da reserva extrativista Acaú/Goiana**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE.

IWAMOTO, Patrícia Kidricki; RODRIGUES, Manoel Gonçalves. Uma proposta de delimitação da zona de amortecimento do Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Nordestina de Ecoturismo**, Aquidabã, v.4, n.2, outubro, 2011.

JENSEN, J. R., **Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective**, 2nd Ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2007.



NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. v. 01.

PILLAR, Valério De Patta; MÜLLER, Sandra Cristina; CASTILHOS, Zélia Maria de Souza; JACQUES, Aino Victor Ávila. **Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2009.

RODRIGUES, Fernando Souza; PEREIRA, Joelson Gonçalves. **Uso da geotecnologia na avaliação da vulnerabilidade ambiental na zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

RODRIGUES, Natalício; MOTA-FILHO, Fernando; PEREIRA, Eugênio. **Impactos ambientais na zona de amortecimento do Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil**. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física & II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

RUDKE, Anderson Paulo; BRITO, Agni Cristina Carvalho de; CARREIRA, Jéssica Cristina; BEZERRA, Rafael Ranconi; SANTOS, Alex Mota dos. **Análise multitemporal da cobertura vegetal na reserva biológica do Jaru e zona de amortecimento, Rondônia**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

STRANZ, Anamaria. **Análise histórica da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (1965-2000): a utilização do sistema de informação geográfica como ferramenta para o monitoramento ambiental**. São Leopoldo: Unisinos, 2003.

USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 8**. 2013. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>>. Acesso em: 28 de novembro de 2013.