

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DA TERRA E DAS
VIAS DE ACESSO NO PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM/SC**

Marcele Eifler de Oliveira

Florianópolis
Julho/2014

Marcele Eifler de Oliveira

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DA TERRA E DAS VIAS DE ACESSO NO PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM/SC

Relatório de estágio apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Polisel.

Supervisora: Elisângela Benedet da Silva

Empresa: Epagri/Ciram

Florianópolis - SC

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE CONCLUSÃO DE CURSO AGRONOMIA

Marcele Eifler de Oliveira

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DA TERRA E DAS
VIAS DE ACESSO NO PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM/SC**

Banca Examinadora:

Profº Dr. Paulo César Polisei

Pesquisador Luiz Fernando de Novaes Vianna

Pesquisador Adilson de Freitas Zamparetti

Florianópolis – SC

2014

DEDICATÓRIA

Dedico a todos que perdi em vida, que estão em memória: Meu pai, minha vó, meu padrinho, meu tio, Bob meu primeiro cão, que não permaneceu muito tempo ao meu lado e se foi envenenado, Danka, que esteve em vida por 14 anos, mas seu coraçãozinho pequeno em tamanho e imenso em amor se cansou de tanto bater e precisou descansar pra sempre.

À todos os iniciantes em Geoprocessamento, que com poucos recursos insistem em aprender e tentar descobrir porque nem sempre alcançam, o que é alcançado em outros trabalhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os familiares pelas palavras de incentivo e toda a força que me foi dada pela minha mãe nesses seis anos e meio dentro da faculdade. Foram inúmeras as vezes as quais desanimei com o curso pelas dificuldades encontradas. As horas de diversão perdidas e dias e noites estudando para tentar alcançar a nota desejada ou o resultado esperado, enquanto muitas vezes, alguns sem muito esforço, alcançavam resultados melhores. A busca pela área de interesse, dentro de um curso tão amplo e diverso, foi longa, porém gratificante, pois sempre tive a certeza absoluta que não me identificava com a área animal, dentro da Agronomia, mas a certeza do que iria me motivar de verdade, eu só tive no final do curso, ao buscar fontes de informações extra curriculares, ingressando no curso Técnico de Meio Ambiente do Instituto Federal de Santa Catarina, e posteriormente no curso Técnico em Agrimensura, da mesma instituição.

Gostaria de agradecer a todos os professores do curso de Meio Ambiente, em especial ao professor Walter, Débora e Aline, pelo grande exemplo de didática e docência. Aos professores do curso de Agrimensura, pelo vasto conhecimento prático e profissional, que muito contribuiu para elaboração desse trabalho.

As amigas e amigos, que me mantive afastada muitas vezes em função dos trabalhos, mesmo morando na mesma cidade, mas souberam preferir palavras para manter meu estímulo.

A todos os Agrônomos com os quais trabalhei durante a graduação, aos da Gerencia de Fiscalização de Insumos Agrícolas da Cidasc, em especial a Fiscal Estadual Patrícia Barroso, que me apoiou quando decidi sair da Cidasc para estagiar no Setor de Cartografia do INCRA, onde pretendia permanecer até o final da graduação, porém devido a escolhas precipitadas e trâmites burocráticos permaneci por pouco tempo, mas aprendi muito, e tudo que precisava para começar a trabalhar com geoprocessamento. Agradeço a todos do setor de Cartografia e de Meio Ambiente por terem me selecionado e ensinado, em especial ao meu ex supervisor, o Engenheiro Cartógrafo Ezequiel Corato.

Finalmente os agradecimentos principais aos Agrônomos e pesquisadores da Epagri/Ciram, que me acolheram em tempo integral nesses últimos meses, após minha saída do INCRA, permitindo a realização do meu estágio obrigatório.

Ao Ivan Bacic, Nando e Adilson, pelas sugestões e conselhos, e em especial à minha supervisora no setor de ordenamento ambiental, Elis, por toda atenção dispensada, ajuda nas pesquisas, orientação em todos os aspectos do trabalho, dicas e sugestões que facilitaram a concretização dos resultados, além das conversas e conselhos que compartilhamos nesses últimos meses - por sermos parecidas em muitas escolhas que fizemos - que lembrarei sempre.

Aos pesquisadores da UFSC que fazem parte da equipe do projeto do Parque, por nos acompanhar nas saídas de campo e contribuir para o intercâmbio de informações sobre a área de estudo, o professor Selvino e a Kika.

Agradeço imensamente de coração ao Jorge Santos, o maior e melhor geoprocessador de imagens que conheci até agora, o melhor do Brasil. Foi através dos vídeos dele no *youtube*, que consegui descobrir quase tudo que precisava para manusear o *Quantum gis*, geoprocessar as imagens e elaborar os mapas. Foram através de suas consultorias no *skipe*, em pleno final de semana e feriados, a qualquer hora do dia, que me foi disponibilizado diversas ferramentas para facilitar meu trabalho com o processamento das imagens. Não havia nada que não soubesse, ou não descobrisse para me ajudar. Pude contar com ele durante todo o trabalho, pois muitas dúvidas surgiram, muitos resultados que dão certo em outras imagens, podem não dar certo nas suas. Agradeço muito, pois sem ele a qualidade dos resultados, de quem elaborou pela primeira vez um mapa de uso em ambiente SIG, não teria sido tão satisfatória.

Ao meu professor de Topografia na graduação, Paulo César Poliseli, uma das disciplinas que mais me interessou, e o melhor professor que tive na graduação. Desde que fiz a disciplina em 2009, sabia que o iria querer como orientador no meu trabalho de conclusão.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVOS.....	7
	Geral	7
	Específicos.....	7
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
	Problemática Mata Atlântica	8
	Classificação da Cobertura Vegetal em Santa Catarina	9
	3.1.1 Floresta Ombrófila Mista	10
	3.1.1.1 Xaxim (<i>Dicksonia sellowiana</i>)	11
	3.1.1.2 Araucária (<i>Araucária angustifolia</i>)	12
	3.1.2 Floresta Nebular	13
	3.1.3 Formações Campestres	13
	Unidades de Conservação.....	14
	3.1.4 Parques Nacionais	15
	Levantamentos Aerofotogramétricos	16
	Fotointerpretação e Estereoscopia	22
	Sistemas de Informações Geográficas e Geoprocessamento.....	25
	Softwares de SIG	30
	3.1.5 <i>Erdas imagine</i>	30
	3.1.6 <i>Quantum gis</i>	30
	Representações Cartográficas em SIG	30
	Sistemas Geodésicos de Referência	36
	Sistemas de Coordenadas e de Projeção Cartográfica.....	37
	3.1.7 Sistemas de Coordenadas Geográficas	37
	3.1.8 Sistemas de Coordenadas UTM.....	38
	Análise Multitemporal do Uso e Cobertura da terra.....	38
4	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	39
5	ESTUDO DE CASO	42
	RESUMO	42
	INTRODUÇÃO.....	44
	MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
	5.1.1 Caracterização da Área de Estudo.....	44
	5.1.2 Projeto “Avaliação e Monitoramento do PNSJ”	45
	5.1.3 Aquisição das Fotografias Aéreas e <i>softwares</i> empregados	47
	5.1.4 Saída de Campo.....	49
	5.1.5 Elaboração dos Mapas Temáticos	57
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
	CONCLUSÃO.....	68
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTÁGIO	69
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Variações na altura de voo e no relevo podem interferir na escala da fotografia aérea. Fonte: adaptado de IFSC (2010).....	18
Figura 2: Fotografia aérea pancromática e distribuição dos níveis de cinza na imagem. Fonte: IFSC (2010).....	19
Figura 3: Linha de voo para obtenção de fotografias aéreas. Fonte: IFSC (2010).	20
Figura 4: Fotografias sobrepostas longitudinalmente. Fonte: IFSC (2010).....	21
Figura 5: Recobrimento lateral e longitudinal na obtenção de fotografias aéreas. Fonte: adaptado de Fitz (2008).....	22
Figura 6: Elementos característicos utilizados na fotointerpretação de imagens e suas respectivas classes temáticas de cobertura da terra segundo Pereira & Pinto. Fonte: adaptado de Pereira & Pinto (2007).....	24
Figura 7: Elementos característicos utilizados na fotointerpretação de imagens e suas respectivas classes temáticas de cobertura da terra segundo Pereira & Pinto. Fonte: adaptado de Pereira & Pinto (2007).....	24
Figura 8: Estereoscópio de bolso (à esquerda) e estereoscópio de espelho (à direita), utilizado para visualizar imagens em 3D. Fonte: adaptado de IFSC (2010).	25
Figura 9: Resumo das etapas utilizadas em Geoprocessamento. Fonte: Gomes & Aguiar (2005).....	27
Figura 10: Georreferenciamento de uma imagem a partir de pontos de controle de um mapa georreferenciado. Fonte: IFSC (2010).....	28
Figura 11: Sobreposição de informações em ambiente SIG. Fonte: Gomes & Aguiar (2005).....	29
Figura 12: Exemplo de dados espaciais vetoriais. Fonte: Arnesen (2010).	31
Figura 13: Exemplos de dados matriciais (raster). A primeira figura refere-se à imagem de um ambiente urbanizado, e a segunda à uma imagem em tons de cinza representando uma rede hidrográfica num modelo digital de elevação. Fonte: adaptado de Arnesen (2010).....	32
Figura 14: Ilustração de resolução espacial de uma imagem raster. Fonte: Arnesen (2010).....	33
Figura 15: Ilustração, para a vista aérea da cidade de Brasília/DF, de diferentes resoluções radiométricas em uma imagem. Fonte: IFSC (2010).....	34
Figura 16: Perspectiva central das fotografias aéreas (à esquerda) e perspectiva ortogonal das ortofotocartas (à direita). Fonte: IFSC (2010).	35
Figura 17: Esquema comparativo do Geóide e Elipsóide. Fonte: IFSC (2010).....	36
Figura 18: Localização da área de estudo. Figura meramente ilustrativa, sem escala definida.....	47
Figura 19 – Alojamento do Parque Nacional de São Joaquim – PNSJ. Foto: Marcele Eifler de Oliveira, 2014.....	50
Figura 20: Mapa de Reconhecimento da área de estudo, com o percurso realizado na saída de campo.	51
Figura 21: Vegetação de Floresta Ombrófila Mista no PNSJ. Foto: Thiago Nunes Teixeira, 2014.	51
Figura 22: Vegetação de Campos de Altitude no PNSJ. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.	52
Figura 23: Amostra de solo com trado e sua respectiva etiqueta destacando o Modulo 01 (MO1); Trilha Sul (TS 3500); terceiro ponto na parcela (P3) e faixa de profundidade 30-60cm e profundidade efetiva da coleta (50cm). Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014	53
Figura 24: Paisagem no interior da Matinha Nebular no PNSJ. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014	54

Figura 25: Vegetação de Campos com capões. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.	54
<i>Figura 26: Paisagem de encostas com destaque para a Araucária angustifolia.</i> Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.....	55
Figura 27: Interior de uma área com vegetação de <i>Dicksonia sellowiana</i> . Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.....	56
Figura 28 – imagem mostrando uma das vias de acesso presentes no interior do módulo de pesquisa. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.	56
Figura 29: Representação da sobreposição deslocada dos mosaicos nos três anos, para a cobertura vegetal de Campos de Altitude.	59
Figura 30: Mapa de vias de acesso destacando as vias visíveis na área de estudo no ano de 1958.....	60
Figura 31: Mapa de cobertura da terra no ano de 1958.	61
Figura 32: Mapa de vias de acesso destacando as vias visíveis na área de estudo no ano de 1978.....	62
Figura 33: Mapa de cobertura da terra no ano de 1978.	63
Figura 34: Mapa de vias de acesso destacando as vias visíveis na área de estudo no ano de 2011.....	64
Figura 35: Mapa de cobertura da terra no ano de 2011.	64
Figura 36: Imagem ampliada mostrando evolução da cobertura da terra e vias de acesso no sudoeste do módulo de pesquisa, entre os anos de 1958 e 2011.....	65
Figura 37: Imagem ampliada mostrando a evolução da cobertura da terra e vias de acesso no nordeste do módulo de pesquisa, entre os anos de 1958 e 2011.	66
Figura 38: gráfico mostrando a evolução das classes de cobertura da terra, no módulo de pesquisa, entre os anos de 1958 e 2011.	67

1 INTRODUÇÃO

O estágio foi realizado no Setor de Ordenamento Ambiental do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), Centro Especializado da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). A duração foi de, aproximadamente, três meses (fevereiro a abril de 2014), com carga horária de oito horas diárias, totalizando 360 horas. No setor os responsáveis pela supervisão do estágio foram os Engenheiros Agrônomo Elisângela Benedet Silva e Ivan Bacic.

O trabalho desenvolvido durante o estágio foi um estudo de caso, inserido no contexto do projeto intitulado “Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade do Parque Nacional de São Joaquim”, financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, e coordenado pela Universidade Federal de Santa Catarina, em parceria com outras universidades e convênio com a Epagri/Ciram.

O estudo de caso enfatizou a análise multitemporal da cobertura da terra e das vias de acesso, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), numa fração limitada de terras no âmbito do Parque Nacional de São Joaquim.

A detecção de mudanças em uma área através da análise multitemporal da cobertura da terra, usando *softwares* de SIG's e ferramentas de geoprocessamento, serve como alicerce para gestão territorial e tomada de decisão, elaboração de políticas de uso do solo e conservação de recursos naturais, pois permite quantificar as alterações ocorridas na paisagem, através da interpretação das imagens e, assim, avaliar a degradação ou recuperação das alterações no ambiente.

O geoprocessamento é uma valiosa ferramenta para apoio à gestão ambiental, facilitando o trabalho nas áreas de atuação das ciências da terra e da natureza. Engenheiros Agrônomos, Engenheiros Ambientais, Engenheiros Cartógrafos, Biólogos, Geógrafos e outros profissionais podem gerenciar de forma abrangente os dados geográficos em SIG's, elaborando trabalhos de uso da terra com maior qualidade, precisão e redução de tempo em comparação com procedimentos analógicos.

Na graduação, a ausência de contato direto e amplo com essas ferramentas, pode criar uma lacuna entre o formando e sua atuação no mercado

de trabalho, pois, de modo geral, as empresas que atuam na área de gestão do ambiente, comumente fazem uso de técnicas de geoprocessamento em ambientes computacionais. Isso foi constatado em ofertas de vagas de estágio durante a graduação, que tinham como pré-requisito para contratação, o conhecimento dessas ferramentas pelo graduando. Nesse sentido, o atual currículo do Curso de Agronomia da UFSC, bem como o anterior, não proporcionam este aprendizado de forma efetiva, pela ausência de uma linha curricular que privilegie esta importante área de atuação.

O estágio obrigatório, como requisito para o término da graduação em Agronomia é a oportunidade dada ao acadêmico para buscar o início de uma especialização na área desejada. Esta especialização é de grande valia, pois o curso é extremamente amplo e permite a atuação em projetos de diversas áreas durante a graduação. A opção por uma área específica no estágio pode ser o primeiro passo para escolher o caminho que será percorrido durante a vida profissional como Engenheiro Agrônomo.

2 OBJETIVOS

Geral

- Desenvolver a habilidade para interpretação de imagens e classificação da cobertura da terra em ambiente computacional de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Específicos

- Realizar a análise multitemporal do uso da terra em um SIG visando adquirir conhecimento e familiaridade com essas geotecnologias;
- Caracterizar a cobertura vegetal da área através das imagens;
- Identificar as alterações do uso das terras na área de estudo, através da análise multitemporal.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Problemática Mata Atlântica

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa¹, Ombrófila Mista², Ombrófila Aberta³, Estacional Semidecidual⁴, Estacional Decidual⁵), além de ecossistemas associados, tais como as restingas, manguezais e campos de altitude, que se estendiam originalmente por, aproximadamente, 1.300.000 quilômetros quadrados em 17 estados do território brasileiro. Hoje, os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos em cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Aproximadamente 7% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

Segundo Fundação Estadual do Meio Ambiente - FATMA (2004), o Bioma Mata Atlântica, caracterizado por um mosaico diversificado de ecossistemas, apresenta estruturas e composições florísticas diferenciadas, decorrentes das variações de solo, relevo e características climáticas diversas em sua ampla área de ocorrência no Brasil. Santa Catarina é o Estado com maior área de remanescentes da Mata Atlântica, resguardando, em 2012, cerca de 23% da área original do bioma no Estado.

Para Santos et al (2012), a Mata Atlântica é caracterizada como um *hotspot*⁶, devido a três características: 93% da área originalmente ocupada já ter sido devastada; a riqueza de espécies; e o alto grau de endemismo. O Brasil é o líder entre os países detentores de megadiversidade⁷ e a Mata Atlântica é um dos

¹ Tem como principais características as altas temperaturas e o alto índice de precipitação bem distribuído durante o ano, praticamente sem períodos de seca. As folhas das árvores são geralmente largas e estão sempre verdes (PACIEVITCH, 2014).

² Conhecida como Mata das Araucárias, ocorre com maior incidência nos planaltos dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e em algumas regiões dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. A temperatura média é inferior nesse ecossistema, caracterizando um clima temperado, com precipitações bem distribuídas, com períodos de seca inferiores a 60 dias por ano e estações bem definidas (PACIEVITCH, 2014).

³ Tem como principais características o maior espaçamento entre as árvores, daí a origem do nome, e um período de mais de 60 dias por ano sem chuvas (PACIEVITCH, 2014).

⁴ São formações de ambientes menos úmidos que aqueles onde se desenvolvem a Floresta Ombrófila Densa. Em geral, ocupam ambientes que transitam entre a zona úmida costeira e o ambiente semi-árido. Daí porque esta vegetação também é conhecida como "mata seca" (FILHO, 2014).

⁵ É caracterizada por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável (VEGETAÇÃO DO BRASIL, 2014).

⁶ *Hotspot* é toda área prioritária para conservação, isto é, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau.

⁷ Megadiversidade é o termo usado pela organização Conservation International para designar os países mais ricos em biodiversidade do mundo. O número de plantas endêmicas é o critério principal para que ele seja considerado de 'Megadiversidade'.

cinco *hotspots* prioritários de biodiversidade mundial, pois de acordo com GalindoLeal & Câmara (2005), é nesse *hotspot* que o ritmo das mudanças está entre os mais rápidos e, conseqüentemente, o ritmo das ações para conservação é mais urgente.

Segundo Nogueira-Neto (1997), a experiência brasileira e internacional mostra que, para a efetiva proteção à biodiversidade, é necessário que sejam criadas e implantadas Unidades de Conservação. Essas áreas de preservação podem ser caracterizadas como bancos genéticos *in situ*, constituídas não apenas por exemplares individuais da biota, mas também de ecossistemas protegidos em larga escala, em áreas representativas de vários geobiomas⁸ climáticos. De acordo com Drummond et al (s.d.), hoje temos 3,14% do bioma Mata Atlântica protegido por Unidades de Conservação.

Classificação da Cobertura Vegetal em Santa Catarina

O território catarinense, no início da ocupação humana, era coberto, em grande parte (81,5%), por um manto contínuo de florestas. Apenas no planalto os campos apareciam interrompendo a mata (PRATES et al, 1989).

De acordo com a classificação de Klein (1978), as grandes formações vegetais de Santa Catarina são:

Formações Florestais

- Floresta Tropical Atlântica (Floresta Ombrófila Densa);
- Floresta de Araucária (Floresta Ombrófila Mista);
- Floresta Subtropical (Floresta Estacional Decidual);
- Floresta Nebular;
- Floresta dos Faxinais;

Formações Campestres

- Campos

Formações Litorâneas

- Mangue;
- Duna;
- Restinga.

⁸ De acordo com a definição do autor, geobiomas são conjuntos de ecossistemas com um balanceamento ecológico característico.

Em relação à área de estudo, uma fração limitada de terras no interior do Parque Nacional de São Joaquim em Urubici/SC, foi dada ênfase para a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucária, Floresta Nebular e Formações Campestres.

3.1.1 Floresta Ombrófila Mista

De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (2014), o estado de Santa Catarina era, originalmente, totalmente coberto pela Mata Atlântica. Entre as principais fitofisionomias florestais associadas à Mata Atlântica está a FOM, também conhecida como Floresta com Araucária, devido à abundância e ao grande porte da espécie, que imprime a fisionomia característica da espécie (KLABUNDE, 2012). A FOM se distribui principalmente nos três estados do sul do Brasil, distribuída em 40% no estado do Paraná, 30% em Santa Catarina e 25% no estado do Rio Grande do Sul, além de manchas esparsas no sudeste do país (CARVALHO, 1994). Segundo Guerra et al (2002), a FOM é reconhecida como uma formação florestal com fisionomia marcada pela presença de *Araucária angustifolia*.

A forte alteração nas áreas de domínio da Mata Atlântica é relatada por Salvador & Da Ré (2002), que afirmam que a principal causa da degradação da FOM no sul do Brasil tem sua origem na extração madeireira do pinheiro que ficou inviabilizada em menos de 80 anos de exploração predatória sob o ponto de vista ambiental. De acordo com Mantovani (2004), o início dessa atividade comercial data das primeiras décadas do século passado, sendo a destruição o símbolo desse pioneirismo. Para se ter uma noção deste fato, ilustra-se as atividades de uma companhia internacional, a Southern Brazil Lumber and Colonization Co, que situou-se no noroeste de Santa Catarina, que serrou 300 m³ de araucária por dia, durante 30 anos de atuação. De acordo com Klabunde (2012), a exploração da madeira de Araucária em Santa Catarina teve início em áreas próximas ao litoral e, em áreas mais distantes da costa, iniciou-se com a criação das vias férreas e intensificou-se a partir da década de 1930, com o uso de caminhões para o transporte de madeira.

Segundo Koch e Correa (2002), o Brasil exportou 18,5 bilhões de m³ de madeira entre 1915 e 1960, em quase sua totalidade nas áreas com Florestas de

Araucária. Em Santa Catarina, no início da década de 40, a madeira chegou a representar mais de 20% do valor total das exportações (THOMÉ, 1995 citado por BITTENCOURT, 2012). Para Carvalho (2006), a exploração da araucária se intensificou a partir de 1934, atingindo seu auge no período de 1950 a 1970. Em 1953, no estado, existiam 2167 estabelecimentos madeireiros (NASCIMENTO, 2009). Segundo Carvalho (2010), a madeira da Araucária ocupou, em 1964, o 4º lugar na pauta dos produtos brasileiros exportados. Conseqüentemente, a FOM passou a ser considerada, entre as tipologias, a mais ameaçada no domínio da Mata Atlântica (REIS et al, 2002). Esse histórico de exploração ajuda a entender o atual quadro de conservação da FOM no Brasil, caracterizada, atualmente, por fragmentos em estágios sucessionais iniciais (BITTENCOURT, 2012).

Devido a esta exploração exaustiva, restam apenas alguns remanescentes isolados de *Araucaria angustifolia*, os quais representam aproximadamente 3% da área total de sua ocorrência natural (GUERRA et al, 2002). Dos 3% que restam da Floresta de Araucária, somente 1% é de floresta primitiva e apenas 0,2% está protegido em unidades de conservação (PATREZE, 2008).

3.1.1.1 Xaxim (*Dicksonia sellowiana*)

Sehnm (1978), citado por Mantovani (2004), descreve para o ambiente de Santa Catarina, a área de ocorrência desta espécie, com afinidade por lugares pantanosos nas serras (umidade) e citando também encostas serranas e, em alguns poucos casos, em banhados nas baixadas, sendo mais precisamente na formação florestal denominada Floresta Ombrófila Mista (FOM), que ocorre esta espécie. Klein (1978) relatou a espécie associada à Araucária na submata baixa e pouco densa da Floresta dos Faxinais, onde predominam Mirtáceas e Aquifoliáceas entremeadas por taquarais e carazais, estando presente na Serra do Tabuleiro e no extremo Noroeste Catarinense. Gasper et al (2011) relatou que a *Dicksonia sellowiana* é uma samambaia arborescente, espécie de fácil reconhecimento e apresenta-se como uma das mais características da vegetação nas regiões do planalto e oeste catarinense.

De acordo Klein (1978), em condições naturais o xaxim apresenta um comportamento de secundária tardia, necessitando da floresta para desenvolvimento das formações florestais primárias. Segundo Sehnm (1978)

citado por Bittencourt (2012), apesar de ter ocorrido originalmente em alta frequência e densidade na FOM, a exploração intensiva do Xaxim, principalmente para a fabricação de vasos e substratos para o cultivo de plantas ornamentais causou uma redução expressiva de suas populações naturais em praticamente toda sua área de ocorrência. Além disso, seu habitat natural encontra-se bastante reduzido e fragmentado em decorrência, principalmente, da exploração madeireira de espécies como *Araucária angustifolia* e *Ocotea porosa*. No trabalho de Gasper et al (2011), dentre os fatores de degradação observados, o corte seletivo, o corte raso (histórico e atual) e a presença de estradas e roçadas foram os mais frequentes. O mesmo autor ainda constatou em campo que encostas, como as existentes no Parque Nacional de São Joaquim em Urubici, e planaltos, eram dominadas por *Dicksonia sellowiana*.

A intensa exploração do Xaxim no final do século XX levou a espécie a ser incluída na lista brasileira de espécies da flora ameaçadas de extinção (PILLAR, 2009). Segundo Cortez (2001), *Dicksonia sellowiana* e outras espécies de samambaias arborescentes, constituem-se num substrato para o desenvolvimento de espécies que crescem exclusivamente sobre elas, e a extinção local destas pode levar a extinção de outras espécies a elas associadas. Para Gasper et al (2011), apesar da grande densidade da espécie nas regiões mais elevadas, ambiente preferencial da espécie, faz-se necessária intensa fiscalização para coibir o corte ilegal da mesma, pois a exploração de *Dicksonia sellowiana* ainda ocorre em Santa Catarina. Unidade de Conservação como o Parque Nacional de São Joaquim contribuem para a manutenção da espécie.

3.1.1.2 *Araucária (Araucária angustifolia)*

A *Araucária angustifolia* é uma das 23 espécies do gênero *Araucária*, sendo encontrada com exclusividade no hemisfério sul. Além do Brasil, a espécie também é encontrada na Argentina e Paraguai (MATTOS, 2011), e possui ocorrência em regiões mais frias e de altitude acima de 500 metros (FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ, 2004 citado por ADAN, 2013). A *Araucária angustifolia* é a espécie do gênero que possui maior distribuição, e sua expansão foi favorecida por atividades antrópicas (REITZ & KLEIN, 1966;

BITENCOURT & KRAUSPENHAR, 2006; REIS & LADIO, 2012 citado por ADAN, 2013).

Em sua região de ocorrência natural, a *Araucária angustifolia* tem grande relevância ecológica, econômica e social. Segundo Carvalho (1994), trata-se de uma espécie secundária longeva dominante de crescimento inicial lento, mas de temperamento pioneiro. Este temperamento pioneiro é de grande importância, visto que a espécie tem um importante papel ecológico, atuando como espécie berçário no avanço de tipologias florestais sobre os campos adjacentes, pois cria um ambiente ideal para outras espécies tolerantes à sombra, que encontram um ambiente adequado para se desenvolver e crescer (DUARTE & DILLENBURG, 2000; DUARTE et al, 2006; FRANCO & DILLENBURG, 2007 citado por KLABUNDE, 2012).

3.1.2 Floresta Nebular

Também chamada de “matinha nebular”. Aparece em Santa Catarina ocupando uma área de, aproximadamente, 2%. Localiza-se no nordeste do Estado, nas porções mais elevadas da Serra do Mar e, a sudeste, nas encostas abruptas da Serra Geral, em altitudes superiores a 1200 metros. O clima dominante, em função da altitude, é o Cfb⁹ (PRATES et al, 1989).

Segundo Klein (1978), foi denominada nebular pelo fato de estar frequentemente encoberta por neblina. A vegetação é constituída por matinha baixa densa, formada por árvores medianas, tortuosas, com esgalhamento rijo, cujos troncos e galhos estão repletos de musgos e hepáticas¹⁰, entremeadas por manchas de campos de altitude.

3.1.3 Formações Campestres

Os campos ocupam 15,1% da área de Santa Catarina (PRATES et al, 1989). De acordo com a classificação de Klein (1978), esta formação pode ser subdividida em três tipos: campos com capões, campos de inundação e campos de altitude. Para Prates et al (1989), os campos de altitude e de inundação ficam

⁹ Clima subtropical com verões brandos, cujo mês mais quente tem temperatura média inferior a 22°C. É encontrado nas áreas mais elevadas do Planalto Ocidental e de Canoinhas, onde a temperatura é suavizada pelo relevo (PRATES et al, 1989).

¹⁰ Musgos e Hepáticas são os principais representantes das Briófitas, plantas pequenas que vivem preferencialmente em locais úmidos e sombreados.

restritos a áreas isoladas de pequena dimensão, tornando-se inexpressivos se comparados ao primeiro tipo. Ainda de acordo com o mesmo autor, os campos com capões encontram-se em manchas esparsas, circundadas por florestas. Para Klein (1978), nestes campos predominam os agrupamentos herbáceos formados por Gramíneas, Ciperáceas, Compostas, Leguminosas e Verbenáceas, que lhes imprimem o aspecto de “campos limpos”, sendo que, de modo geral, não se pode dissociar dos mesmos a ocorrência maior ou menor de “campos sujos”, onde predominam a carqueja do campo, a vassoura lajeana, bem como capões e as típicas matas ciliares e de galeria, que por vezes se alargam formando verdadeiros bosques de pinhais no meio da “formação campestre”.

Para Gomes (2009), os campos de altitude, sob o domínio do bioma mata Atlântica, estão associados à Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa, Florestas Estacional Decidual e Semidecidual. O contato entre as áreas de campo com as florestais pode terminar abruptamente, podendo estar associada às condições de maior umidade, mencionadas acima, às atividades antrópicas ou às mudanças bruscas nas condições edáficas (KLEIN, 1960 citado por GOMES, 2009).

Na classificação de Klein (1960) citada no trabalho de Gomes (2009), os campos de altitude são ambientes abertos, formados por comunidades vegetais de estrutura arbustiva ou herbácea. Klein (1978) ainda classifica os campos de altitude como manchas de campos com características próprias, encontrados na Matinha Nebular e Serra do Mar. Outra característica destes campos são as frequentes turfeiras, formadas principalmente pelos musgos (*Sphagnum* spp) e onde se encontra a samambaia-dos-banhados (*Blechnum imperiale*), que facilita a travessia destas mesmas turfeiras, servindo de apoio aos pés.

Gomes (2009) subdividiu a formação de Campos de Altitude em: Campo úmido; Campo herbáceo; e Campo arbustivo, utilizando imagens do satélite francês SPOT 4. A área de estudo foi na Região do Campo dos Padres, entre os municípios de Urubici e Bom Retiro, ao Norte e Leste do PNSJ.

Unidades de Conservação

O termo Unidade de Conservação (UC) é restrito ao Brasil e refere-se a determinados tipos específicos de áreas protegidas, os quais estão previstos pela

Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação - Lei 9.985, de 18 de julho de 2000). De uma maneira geral, o termo mais usado internacionalmente é o mais amplo: áreas protegidas. Com o passar do tempo, novos objetivos foram sendo agregados às UCs, que se desdobraram em diversas categorias, para atender a objetivos distintos (DRUMMOND et al, s.d.).

De acordo com o IBAMA (2014), atualmente existem no mundo 9.766 áreas protegidas, abrangendo aproximadamente 870 milhões de hectares, distribuídas em 149 países. Segundo Drummond et al (s.d.), o marco fundador mais conhecido da moderna política de UCs foi a criação, nos EUA, do Parque Nacional de Yellowstone, em 1872, o primeiro Parque do mundo. Dos fins do século 19 até hoje, os Parques nacionais (PARNAs) multiplicaram-se por todo o planeta e são o tipo mais conhecido e tradicional de espaço natural protegido.

3.1.4 Parques Nacionais

No Brasil, a figura do Parque Nacional foi estabelecida inicialmente pelo Art 9º do Código Florestal de 1934, que definiu Parques Nacionais como “monumentos públicos naturais que perpetuam, em sua composição florística primitiva, trechos do país que, por circunstâncias peculiares, o merecem”. No Código Florestal de 1965, em seu Art 5º, a figura de Parque Nacional permaneceu: “o Poder Público criará Parques Nacionais, Estaduais e municipais e Reservas Biológicas, com a finalidade de resguardar atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais com a utilização para objetivos educacionais, recreativos e científicos”. Este Art 5º foi posteriormente revogado pela lei do SNUC (ESTEVEZ, 2006).

O primeiro Parque Nacional criado no Brasil foi o do Itatiaia, em 1937, entre a divisa dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Segundo Meneguel (2011), existem hoje 64 PARNAs que estão localizados em todas as regiões do país, representando a diversidade ecológica e biológica.

A Lei 9985/2000 estabeleceu critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação. As UCs são divididas em grupos de Uso Sustentável e Proteção Integral, cada qual com características específicas. A categoria de Parque Nacional está inserida no grupo de Proteção Integral, sendo

admitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais e de acordo com a Lei do SNUC:

“O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.”

§ 1º O Parque Nacional é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e àquelas previstas em regulamento.

§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.

§ 4º As unidades dessa categoria, quando criadas pelo Estado ou Município, serão denominadas, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal.

Dada à importância da conservação da biodiversidade no bioma Mata Atlântica, considerado um *hotspot*, as unidades de conservação são ferramentas fundamentais para a manutenção conservacionista de seus ecossistemas, principalmente as categorias pertencentes ao grupo de proteção integral, como os Parques Nacionais.

A pesquisa científica, nestas UCs, torna-se grande aliada para o monitoramento multitemporal da biodiversidade, auxiliando na gestão e administração dos seus limites territoriais. O estudo do uso e cobertura da terra também funciona como ferramenta de apoio à gestão. Segundo Cruz (2008), em função da complexidade inerente às atividades de uma UC, o trabalho de seu gestor inicia-se com mais potencial de sucesso se apoiado em um mapa temático atualizado, contemplando os detalhes regionais da cobertura de sua superfície.

Levantamentos Aerofotogramétricos

A fotografia aérea é a imagem obtida devido à reflexão da luz, por intermédio de câmaras fotográficas especiais, acopladas numa plataforma suspensa (avião, balão, etc.). São úteis para o reconhecimento da superfície

terrestre, isto porque proporciona uma visão de conjunto e um conhecimento das inter-relações entre os elementos físicos da paisagem (ROSTÁGNO & BAHIA, 1998).

Para Medeiros e Souza (2008), as fotografias aéreas e imagens de satélite representam importantes ferramentas para a realização de estudos de análise e caracterização ambiental, uso e ocupação do solo e planejamento urbano.

É bom ter em mente que as fotografias aéreas convencionais são apenas um dos vários tipos de produtos resultantes do sensoriamento remoto, o qual inclui, também, imagens de radar e imagens tomadas de satélite (ANDERSON, 1982). Sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. O termo sensoriamento refere-se à obtenção dos dados, e remoto, que significa distante, é utilizado porque a obtenção é feita a distância, ou seja, sem o contato físico entre o sensor e a superfície terrestre (FLORENZANO, 2007). O sensoriamento remoto, em nível aéreo e orbital, tem sido utilizado na identificação de tipos de cobertura da terra nas mais diferentes escalas de abordagem (FORESTI & HAMBURGER, 1991).

O primeiro uso efetivo de fotografias aéreas foi para fins bélicos, durante a Guerra Civil dos Estados Unidos, porém inexistindo ainda a tecnologia para que sua utilização fosse ampla. Durante as décadas de 1920 a 1930, um número notável de trabalhos foi elaborado e publicado, aplicando-se a fotointerpretação à geologia, à engenharia civil, à geografia, à ecologia, à arqueologia e à engenharia florestal. (ANDERSON, 1982).

De acordo com IBGE (1999), o aerolevanteamento é definido como sendo o conjunto de operações aéreas e/ou espaciais de medição, computação e registro de dados do terreno, com o emprego de sensores e/ou equipamentos adequados, bem como a interpretação dos dados levantados ou sua tradução sob qualquer forma. O aerolevanteamento engloba as atividades de aerofotogrametria, aerogeofísica e sensoriamento remoto, constituindo-se das fases e operações seguintes: 1ª fase - Aquisição dos dados; constituída de operações de cobertura aérea ou espacial e; 2ª fase - Operação relativa à interpretação ou tradução dos dados obtidos em operação aérea e/ou espacial.

Segundo o eixo da câmara em relação ao terreno, as aerofotos podem ser verticais ou oblíquas. As verticais são tomadas por uma câmara cujo eixo é perpendicular ao plano da terra, sendo estas as de maior precisão e menor variação de escala, indicadas para utilização na fotointerpretação. A variação de escala numa fotografia aérea ocorre devido a variações na altura do vôo e variações no relevo. Essa variação de escala pode interferir na qualidade da fotointerpretação das imagens, pois feições do relevo podem erroneamente sofrer ampliação com uma menor altura de voo, havendo menor precisão na delimitação das áreas de interesse. (Figura 1).

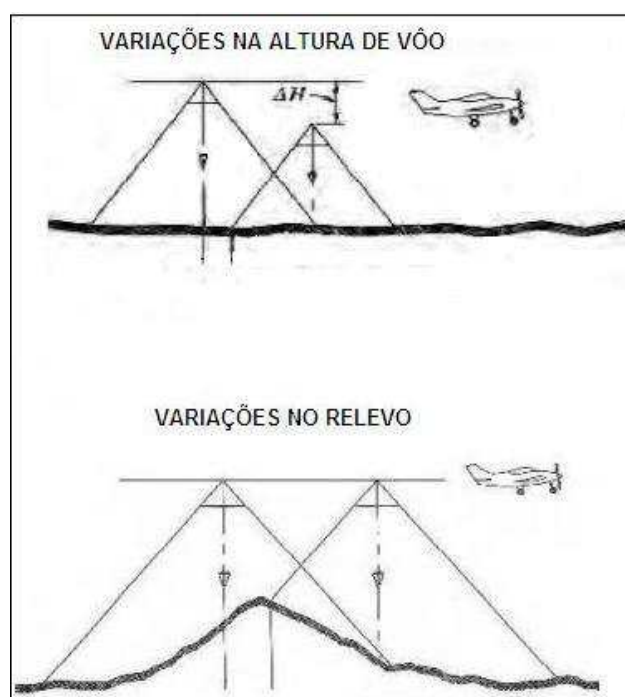


Figura 1: Variações na altura de voo e no relevo podem interferir na escala da fotografia aérea. Fonte: adaptado de IFSC (2010).

A tonalidade e a cor das fotografias aéreas vão depender da sensibilidade do filme e dos filtros utilizados na câmara fotográfica. Com um filme preto e branco, é possível obter fotografias aéreas em preto e branco, também chamadas de pancromáticas (figura 2).

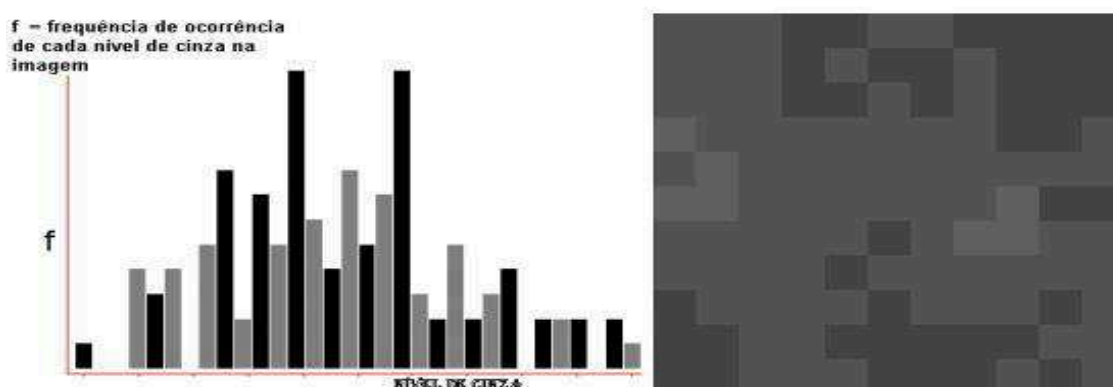
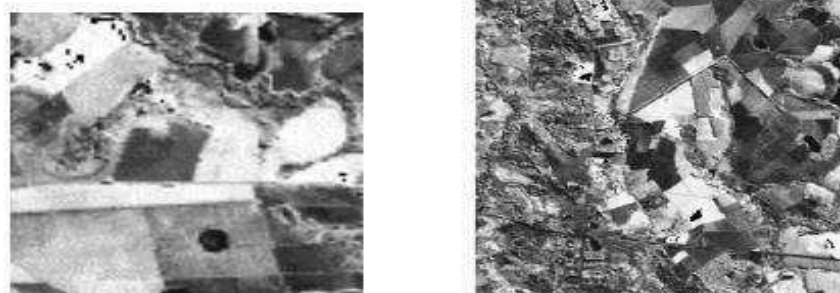


Figura 2: Fotografia aérea pancromática e distribuição dos níveis de cinza na imagem. Fonte: IFSC (2010).

Com um filme infravermelho preto e branco, são obtidas fotografias em preto e branco infravermelhas. Um filme colorido produz fotografias coloridas, também chamadas de naturais ou normais, e com um filme colorido infravermelho são obtidas fotografias coloridas infravermelho, também denominadas falsa-cor. (FLORENZANO, 2007). Segundo Moreira (2011), o filme colorido infravermelho é o mais indicado para aplicações na agricultura, por ser sensível até o comprimento de onda de 900 nm, que corresponde a região do infravermelho próximo, na qual a vegetação apresenta alta reflectância da energia incidente. É chamado de falsa-cor porque são atribuídas cores que não correspondem às verdadeiras cores da cena.

Ainda de acordo com Anderson (1982), fotografias aéreas são imagens permanentes, ou seja, registram a situação de um espaço físico qualquer numa determinada época. Dessa forma, elas podem ser estudadas em qualquer época

posterior. Quando se tem uma sequência temporal de fotografias de uma região, as transformações dessa área podem ser detectadas.

Para IBGE (1999), as etapas envolvidas sobre as fotografias aéreas são:

- Processamento fotográfico do filme aéreo ou espacial e respectiva obtenção de diafilme, diapositivo, fotografia, fotoíndice e mosaico não controlado;
- Confecção de mosaico controlado e fotocarta;
- Confecção de ortofotografia, ortofotomosaico e ortofotocarta;
- Interpretação e tradução cartográfica, mediante restituição estereofotogramétrica ou de imagem obtida com outro sensor remoto;
- Processamento digital de imagem;
- Preparo para impressão de original de restituição estereofotogramétrica ou elaborado a partir de imagem obtida com outro sensor remoto;
- Reprodução e impressão de cartas e mapas.

Especificamente em relação ao voo aerofotogramétrico, torna-se necessário o estabelecimento da direção das linhas de voo, a qual se dá, preferencialmente, no sentido norte-sul ou leste-oeste, de acordo com a figura abaixo:

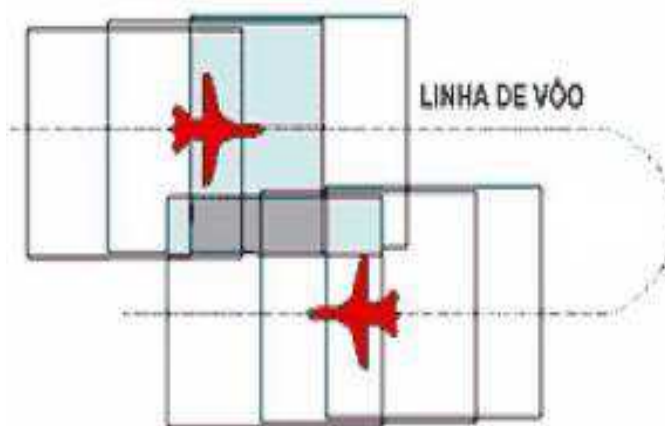


Figura 3: Linha de voo para obtenção de fotografias aéreas. Fonte: IFSC (2010).

Da mesma forma, devem existir faixas de superposição entre as fotos adjacentes (figura 4), para que não se perca nenhuma informação e para que se possam obter dados altimétricos. Igualmente, o vôo deve ser planejado de tal forma que as fotos tenham, entre duas faixas de voo paralelas, um recobrimento lateral “*sidelap*” situado cerca de 20% e 30%, a fim de que eventuais problemas

de identificação em uma imagem possam ser cobertos por uma foto da faixa vizinha. Por outro lado, deve-se observar que as fotos tenham, numa mesma linha de voo, um recobrimento longitudinal “overlap” situado entre 50% e 60%(figura 5), a fim de que se possa obter a estereoscopia entre cada par de fotos tomadas em sequência (FITZ, 2008).



Figura 4: Fotografias sobrepostas longitudinalmente. Fonte: IFSC (2010).

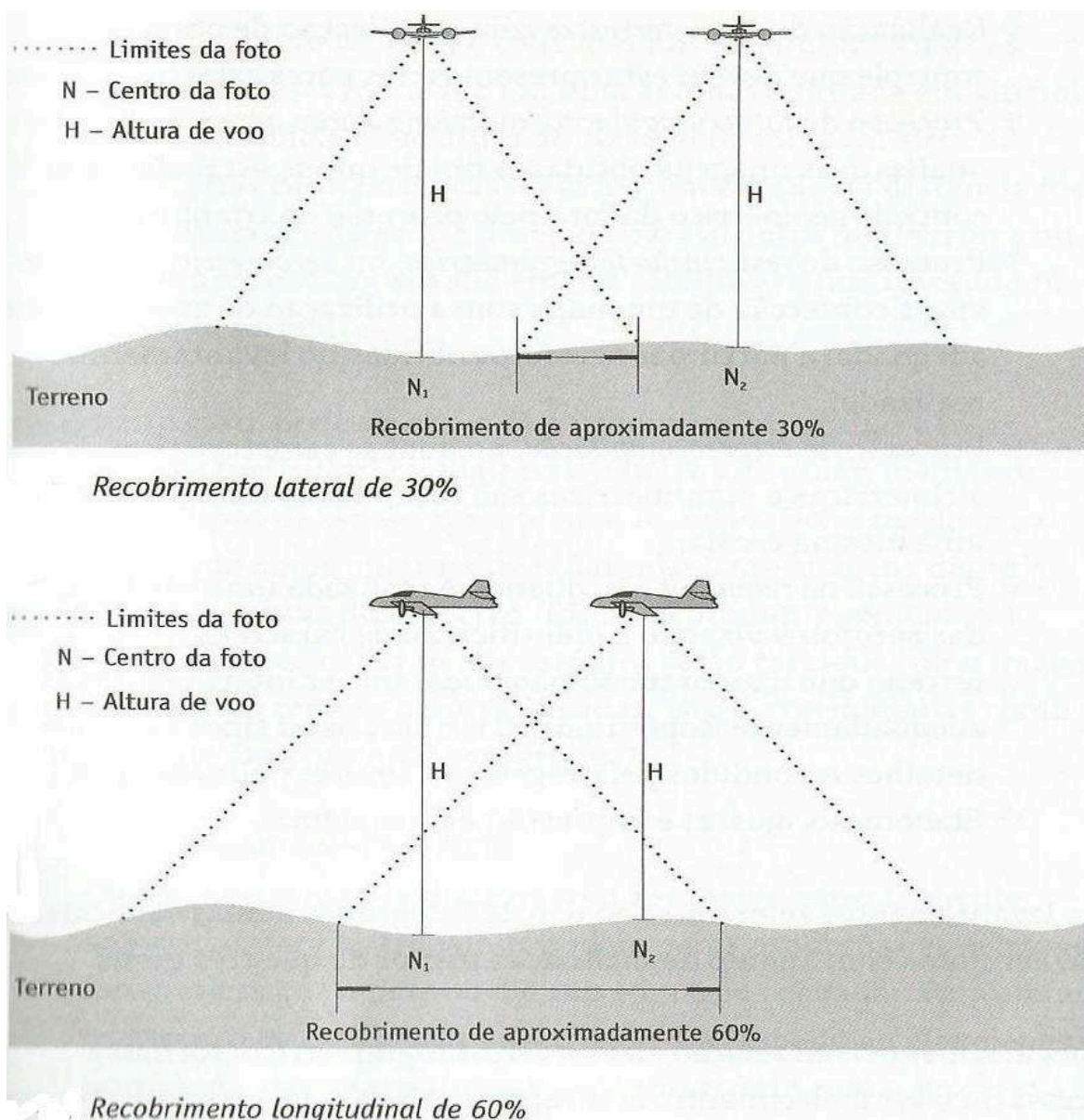


Figura 5: Recobrimento lateral e longitudinal na obtenção de fotografias aéreas. Fonte: adaptado de Fitz (2008)

Fotointerpretação e Estereoscopia

Fotointerpretação é a arte de examinar as imagens dos objetos nas fotografias e de deduzir sua significação (MARCHETTI & GARCIA, 1977). Com o grande desenvolvimento de câmaras aerofotográficas, aviões, etc, desenvolveu-se uma disciplina, a qual foi denominada fotogrametria. A fotointerpretação usa, com frequência, a fotogrametria básica e chega a ser quantitativa (ANDERSON, 1982), porém, a função principal da fotointerpretação não é substituir o levantamento de campo; o mapa de fotointerpretação jamais será um mapa geológico (SOARES & FIORI, 1978).

Para Fitz (2008), a interpretação visual de fotos, de imagens de satélite e de radar, baseia-se na percepção do intérprete, o qual deverá estar familiarizado com o local de trabalho. Torna-se interessante, portanto, a realização de um estudo das características geográficas da região onde o levantamento foi realizado. O conhecimento prévio da vegetação predominante, do tipo climático, do relevo, dos principais tipos de cultivo, entre outros aspectos percebidos na área de estudo, pode evitar problemas futuros. O mesmo autor descreve em seu livro os elementos característicos da fotointerpretação:

Importantes elementos utilizados para caracterizar porções da superfície terrestre nas fotografias aéreas são *forma, tamanho, textura, padrão, localização, sombreamento, tonalidade, e coloração* no caso de filmes coloridos. Elementos geométricos retangulares (forma) poderão representar, por exemplo, edificações, lavouras, etc. Estradas apresentam-se como linhas, em geral, regulares e bem definidas. Já os cursos d'água mostram aspectos menos regulares. O tamanho do alvo analisado está diretamente relacionado com a escala da imagem, pode-se distinguir assim, um loteamento residencial (construções menores) de uma área constituída por indústrias (construções maiores). A análise da textura traduz-se pelo agrupamento dos diferentes objetos presentes na cena, que provocam variações de tons mais ou menos pronunciados em um reduzido espaço dela. Pode-se distinguir elementos com texturas suaves (campo extenso) ou ásperas (floresta heterogênea) e grosseiras (um relevo movimentado) ou finas (planície). A textura pode ser ainda, caracterizada como homogênea ou heterogênea. Áreas de reflorestamento, em geral, possuem textura homogênea (árvores plantadas na mesma época, de mesma espécie e com mesma altura), diferentemente de uma área de floresta nativa, com textura variável (diferentes espécies, altura e tons diversos). O padrão apresentado por um ou por variados elementos existentes na superfície pode diagnosticar suas características. Um pomar, por exemplo, apresenta características próprias, com as árvores ocupando espaçamentos constantes e bem definidos no terreno. Um elemento que merece destaque é o da tonalidade, ou seja, o brilho do alvo observado, relacionado com a radiação absorvida ou refletida pelo alvo. Em se tratando de imagens pancromáticas, isto é, sensíveis a todas as cores do espectro, existe uma variação de tons de cinza para preto quando há absorção de luz (presença de vegetação espessa, com diversos meios-tons de acordo com as diferenças de ramagem), ou de cinza para branco quando há reflexão de luz (estrada, solo exposto ou área construída)

Pereira e Pinto (2007) indicam em seu trabalho classes temáticas de cobertura da terra e suas características de fotointerpretação, como segue na figura 6 e 7:

	Classe Reflorestamento	Classe Cana	Classe Pasto Limpo	Classe Pasto Sujo
Tonalidade	Cinza Escuro Uniforme	Cinza Claro Uniforme	Cinza Claro à Médio Uniforme	Cinza Médio Uniforme à Desuniforme
Textura	Fina e Homogênea	Lisa Aveludada e Homogênea	Lisa e Homogênea	Lisa e Homogênea
Densidade	Alta	Alta	Alta	Alta
Porte	Médio a Alto	Maio a Médio	Rasteiro a Baixo	Rasteiro a Baixo
Aspectos Contextuais	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de arruamentos (geralmente > 500 m) - Não avança sobre os canais fluviais (geralmente) - Limites retilíneos (glebas em formato poligonal) - Grandes talhões 	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de carreadores (geralmente < 500m) - Talhões alongados e curvados, no sentido das curvas de nível do terreno - Glebas de formato poligonal, geralmente quadrangular (limite retilíneo) 	<ul style="list-style-type: none"> - Trilhas formada pelo gado (pisoteamento) - Limites curvilíneos e/ou retilíneos ou em função da ocupação vizinha - Geralmente as glebas tem limites junto a cursos d'água - Presentes nos topos de morros 	<ul style="list-style-type: none"> - Trilhas formada pelo gado (pisoteamento) - Limites curvilíneos e/ou retilíneos, ou em função da ocupação vizinha - Geralmente as glebas tem limites junto a cursos d'água - Presença de infra-estrutura como árvores de sombra

Figura 6: Elementos característicos utilizados na fotointerpretação de imagens e suas respectivas classes temáticas de cobertura da terra segundo Pereira & Pinto. Fonte: adaptado de Pereira & Pinto (2007).

	Classe Mata	Classe Campo Cerrado	Classe Cerrado	Classe Cerradão
Tonalidade	Cinza Escuro Uniforme	Cinza Claro Desuniforme	Cinza Médio Desuniforme	Cinza Médio Uniforme
Textura	Rugosa e Heterogênea	Média Heterogênea	Média Heterogênea	Rugosa e Heterogênea
Densidade	Alta	Baixa	Média	Alta
Porte	Médio a Alto	Rasteiro a Baixa	Baixo a Médio	Médio
Aspectos Contextuais	<ul style="list-style-type: none"> - Limites curvilíneos e irregulares, ou definidos pela ocupação vizinha - Difuso - Avança sobre os canais fluviais - Anfiteatros, cabeceiras dos rios 	<ul style="list-style-type: none"> - Eventualmente encontra-se pisoteamento sinuoso de gado - Limites indefinidos ou estabelecidos por ocupações vizinhas 	<ul style="list-style-type: none"> - Eventualmente encontra-se pisoteamento sinuoso de gado - Limites curvilíneos ou estabelecidos por ocupações vizinhas - Geralmente ladeando mata de encostas nos relevos mais íngremes 	<ul style="list-style-type: none"> - Eventualmente encontra-se pisoteamento sinuoso de gado - Limites curvilíneos ou estabelecidos por ocupações vizinhas - Extensas áreas aplainadas, ladeadas por cerrado ou campo cerrado

Figura 7: Elementos característicos utilizados na fotointerpretação de imagens e suas respectivas classes temáticas de cobertura da terra segundo Pereira & Pinto. Fonte: adaptado de Pereira & Pinto (2007).

A aerofotogrametria tem tido uso quase ilimitado, em quase todos os campos da tecnologia (SANTIAGO & JUNIOR, 1969). Quando se aplicam os métodos fotogramétricos nas fotos aéreas, elas podem ser utilizadas para fazer mapas topográficos, sejam eles planimétricos, altimétricos ou planialtimétricos

(ROSTÁGNO & BAHIA, 1998). Um cartógrafo, por exemplo, usa a fotogrametria para medir variações do relevo e traçar curvas de nível (ANDERSON, 1982). Um Engenheiro Agrônomo pode se valer deste ferramental tecnológico para fazer estudos dos solos, da geomorfologia e produzir mapeamentos temáticos (capacidade de uso, aptidão agrícola, rede hidrográfica, dentre outros).

A visão tridimensional das fotografias aéreas pode ser conseguida através da estereoscopia (figura 8). Uma imagem tridimensional é aquela que permite perceber que cada objeto tem altura, comprimento e largura. Ela proporciona a sensação de volume e profundidade (FLORENZANO, 2007). Segundo ROSTÁGNO & BAHIA (1998), a estereoscopia proporciona um maior número de informações e quanto mais acidentado for o terreno, mais fácil será a análise.

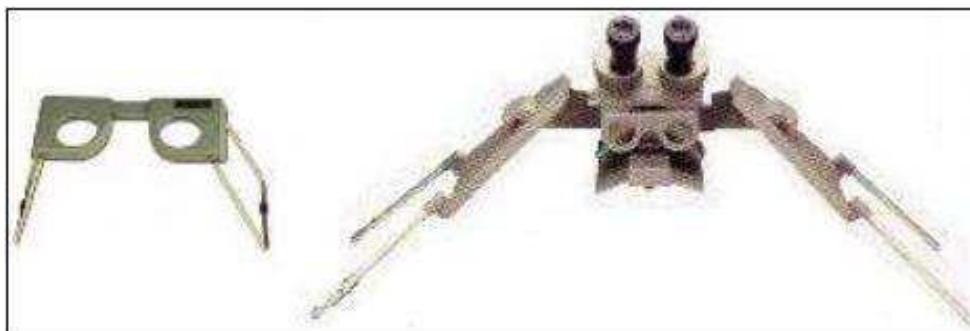


Figura 8: Estereoscópio de bolso (à esquerda) e estereoscópio de espelho (à direita), utilizado para visualizar imagens em 3D. Fonte: adaptado de IFSC (2010).

As interpretações estereoscópicas de fotos aéreas fornecem à ciência do solo elementos para a classificação e delimitação dos solos (SANTIAGO & JUNIOR, 1969). Os estereoscópios são utilizados como instrumentos auxiliares em todas as fases de interpretação, levantamento e mapeamento. Examinar fotos sem o uso do estereoscópio requer muita prática e apresenta muitas limitações (CARVER, 1981). Essa visão tridimensional das fotografias aéreas se faz importante, pois muitos aspectos do uso da terra estão relacionados com a topografia do terreno, a qual atua como um verdadeiro agente modulador da paisagem.

Sistemas de Informações Geográficas e Geoprocessamento

O termo Geoprocessamento denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações

geográficas. Esta tecnologia tem influenciado de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Nos países de grande dimensão e com carência de informações adequadas para tomada de decisões sobre problemas urbanos e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial (ASSAD & SANO, 1998).

Segundo Fitz (2008), pode-se considerar o geoprocessamento como uma tecnologia, ou mesmo um conjunto de tecnologias, que possibilita a manipulação, a análise, e a simulação de modelagens e visualização de dados georreferenciados. Trata-se, portanto, de uma técnica agregada ou não ao uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). A antiga sobreposição de mapas traçados em lâminas transparentes ou de papel vegetal e as análises resultantes podem ser entendidas como práticas de geoprocessamento sem o uso de um instrumental mais sofisticado. O uso da computação facilitou os procedimentos, tornando-os mais rápidos, dinâmicos e precisos. Na figura 9 podem-se observar as etapas utilizadas em geoprocessamento.

O Georreferenciamento de uma imagem ou mapa é tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência. Segundo Câmara et al (1996), o Registro de uma imagem compreende uma transformação geométrica que relaciona coordenadas de imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de referência, portanto entende-se Georreferenciamento e Registro como procedimentos análogos. Ainda segundo o mesmo autor, é importante fazer uma distinção clara entre registro e correção geométrica. O processo de correção geométrica de imagens elimina as distorções geométricas sistemáticas introduzidas na etapa de aquisição das imagens, enquanto o registro apenas usa transformações geométricas simples – usualmente transformações polinomiais – para estabelecer um mapeamento entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas. Este processo inicia-se com a obtenção das coordenadas (pertencentes ao sistema no qual se pretende georreferenciar) de pontos do mapa ou da imagem a serem georreferenciados, conhecidos como pontos de controle. Os pontos de controle são locais que oferecem uma feição física perfeitamente identificável, tais como intersecções de estrada e de rios, represa, pistas de

aeroportos, edifícios proeminentes, topos de montanha, entre outros (IFSC, 2010).

A obtenção das coordenadas dos pontos de controle pode ser realizada em campo a partir de levantamentos topográficos, ou GPS – Sistemas de Posicionamento Global, ou ainda por meio de mesas digitalizadoras, ou outras imagens ou mapas (em papel ou digitais) georreferenciados, vide figura 10 (IFSC, 2010).



Figura 9: Resumo das etapas utilizadas em Geoprocessamento. Fonte: Gomes & Aguiar (2005).



Figura 10: Georreferenciamento de uma imagem a partir de pontos de controle de um mapa georreferenciado. Fonte: IFSC (2010).

Para Assad & Sano (1998), os SIG's são os instrumentos computacionais do Geoprocessamento, ou seja, efetuam tratamento computacional dos dados geográficos, e permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Os SIG's tornam possível ainda a automatização da produção de documentos cartográficos.

O fundamento teórico-conceitual de um SIG origina-se em disciplinas como a geodésia, a geografia e a cartografia. Muitos dos conceitos e funções de um SIG foram concebidos primeiro por cartógrafos. As funções de processamento dos dados (como transformações e análises) funções de entrada (digitalização e rasterização) e funções de saída (as quais são, na maioria das vezes, mapas), são exemplos da influência de cartógrafos na criação de SIG. (KRAAK & ORMELING, 1997 citado por LOCH, 2006). Em contrapartida, o primeiro exemplo de análise espacial que se tem notícia, refere-se à experiência do epidemiologista inglês John Snow (1813-1858), que identificou o foco responsável pelo surto de cólera que afetou Londres em 1854. Snow cartografou as residências dos doentes e as sobrepôs aos poços de captação de água da cidade. Câmara et al (1996).

Os mais diversos tipos de informações resultantes de produtos de sensoriamento remoto podem ser auxiliados, de acordo com McGuire et.al. (1994) citado por Pereira & Pinto (2007), por SIG's, capazes de armazenar, analisar e localizar espacialmente dados de um fenômeno. Empregando-se SIG obtém-se grande eficiência (CAMPOS, 2001), elevada precisão do produto final e economia

de tempo em relação aos métodos tradicionais de análise (ASSAD & SANO, 1998) e, ainda, a rapidez na manipulação dos dados e diagnóstico mais criterioso da situação da área, por se tratar das informações de forma espacial (RANIERI, 2000). É possível manipular diversas fontes de dados e informações, organizadas no ambiente SIG através de camadas (*layers*), como segue na figura 11:

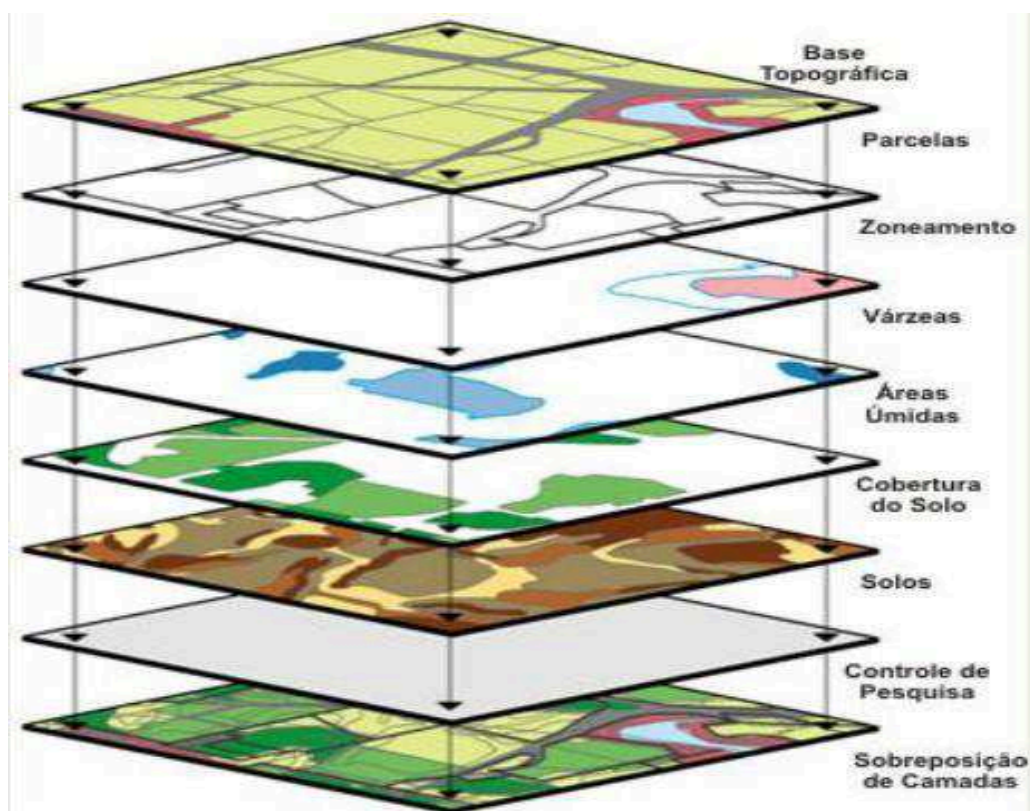


Figura 11: Sobreposição de informações em ambiente SIG. Fonte: Gomes & Aguiar (2005).

As operações de análise espacial e a possibilidade de visualização dos dados em qualquer tempo, durante todo o processo, fizeram do SIG um poderoso aliado, tanto para análises espaciais quanto para tomada de decisões (LOCH, 2006).

O mapeamento digital ou tratamento digital da imagem é uma ferramenta de extrema importância no planejamento territorial e ambiental, servindo como subsídio à elaboração de produtos cartográficos e viabilizando o processo de interpretação e análise visual do uso e ocupação do solo (BARBOSA et al, 2009).

O entendimento da tecnologia de Geoprocessamento requer uma descrição dos diversos tipos de dados utilizados em SIG e de suas

representações computacionais, como mapas temáticos; mapas cadastrais; redes; imagens de sensoriamento remoto; e modelos numéricos de terreno (MDT) (ASSAD & SANO, 1998).

Softwares de SIG

Os *softwares* utilizados neste trabalho foram o *Erdas imagine* 2013 e o *Quantum gis* 2.2 Valmiera.

3.1.5 Erdas imagine

O *Erdas imagine* é um *software* projetado especificamente para extração de informações a partir de imagens digitais com rapidez e facilidade. Seu amplo conjunto de ferramentas simplifica e otimiza o fluxo de trabalho. Permite a criação e visualização de dados básicos, avançados e profissionais em diversos formatos (SANTIAGO & CINTRA, 2014). O *Erdas* é um *software* proprietário, permite criar produtos cartográficos 2D e 3D. A descrição deste *software* é restrita a páginas de comercialização do mesmo, sem tradução para o português.

3.1.6 Quantum gis

O *Quantum gis* é um dos mais populares e poderosos *softwares* em SIG da atualidade (MEDEIROS, 2014). É gratuito e livre (*open source*), liberado sob a licença GNU General Public License (GPL) e fundado em 2002. (*QUANTUM GIS – MANUAL DO USUÁRIO*, S.d.). A versão atual é a 2.2 Valmiera, lançada em fevereiro de 2014. Segundo Wise Training (2014) este é um dos mais robustos e utilizados Sistemas de Informações Geográficas do mundo, que permite criar, editar, publicar, visualizar informações geoespaciais em várias plataformas (Windows, Mac, Linux, BSD, e Android).

Representações Cartográficas em SIG

As representações cartográficas ou dados espaciais trabalhadas em SIG podem ser do tipo vetorial (por traços) ou matricial (por imagens). Segundo IBGE (1999), mapa é a representação no plano, normalmente em escala pequena, dos aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de uma área tomada na superfície de uma figura planetária, delimitada por elementos físicos, político-

administrativos, destinada aos mais variados usos, temáticos, culturais e ilustrativos. Tecnicamente falando, mapas são compostos de pontos, linhas e polígonos, constituindo um modelo vetorial, de acordo com a figura abaixo:



Figura 12: Exemplo de dados espaciais vetoriais. Fonte: Arnesen (2010).

Os mapas temáticos descrevem, de forma qualitativa, a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, como os mapas de pedologia ou aptidão agrícola de uma região. Estes dados são obtidos a partir de levantamento de campo e inseridos no SIG por digitalização ou, de forma mais automatizada, a partir de classificação de imagens (ASSAD & SANO, 1998). Mapas temáticos geralmente utilizam outros mapas como base, tendo por objetivo básico fornecer uma representação dos fenômenos existentes sobre a superfície terrestre, fazendo uso de uma simbologia específica. É possível afirmar que qualquer mapa que apresente outra informação distinta da mera representação da porção analisada pode ser enquadrado como temático, ou seja, possuidor de um tema específico (FITZ, 2008).

Obtidas por satélites, fotografias aéreas ou scanners aerotransportados, as imagens representam formas de captura indireta de informação espacial, constituindo um modelo matricial de dados. Armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem, denominado *pixel*, tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente (ASSAD & SANO, 1998). Segundo Fitz (2008), nesta estrutura matricial, ou em grade (*raster structure*), de dados das imagens, cada célula ou *pixel* (contração de *picture element*), apresenta um valor “z” que pode indicar, por

exemplo, uma cor ou tom de cinza a ele atribuída. Na figura 13 temos exemplos de dados matriciais:

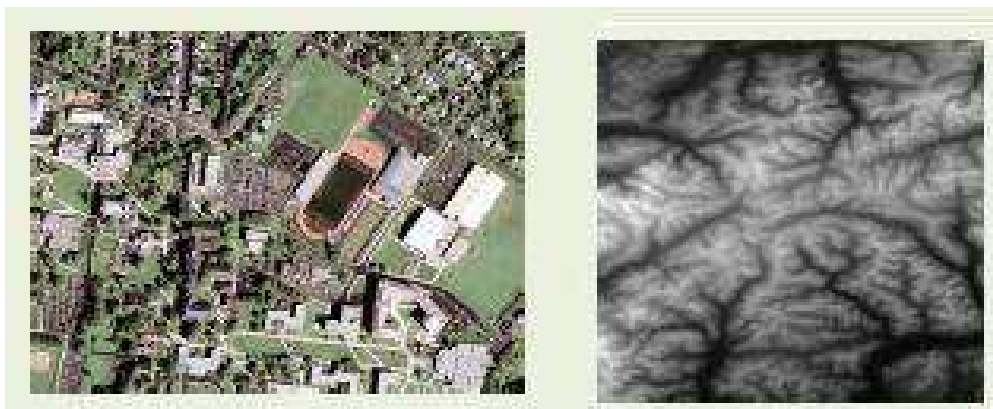


Figura 13: Exemplos de dados matriciais (raster). A primeira figura refere-se à imagem de um ambiente urbanizado, e a segunda à uma imagem em tons de cinza representando uma rede hidrográfica num modelo digital de elevação. Fonte: adaptado de Arnesen (2010).

De acordo com o mesmo autor, uma melhor ou pior qualidade estrutural de uma imagem está diretamente ligada à quantidade de *pixels* que a forma. Os diferentes tipos de Resoluções, das imagens *raster*, definidas por Fitz (2008) como técnica de observação, coleta e registro a distância das características da superfície terrestre, irão influenciar na qualidade da imagem. Para fotografias aéreas cabe enfatizar a Resolução espacial e Resolução radiométrica.

A Resolução espacial pode ser entendida como a capacidade óptica do sensor em função do seu campo de visada, traduzida como a área real abrangida no terreno por cada *pixel* correspondente na imagem, de acordo com a figura 14, ou seja, em uma câmera com resolução espacial de 20m, cada pixel da imagem representa uma dimensão do terreno de 20m X 20m (400m²).



Figura 14: Ilustração de resolução espacial de uma imagem raster. Fonte: Arnesen (2010).

A Resolução radiométrica está relacionada com a quantidade de níveis digitais presentes em uma imagem, quanto maior os níveis digitais, maior a resolução radiométrica. Esse atributo digital, representado pelos níveis de cinza (ou cores) de uma imagem, é normalmente apresentado na forma de valores binários, ou *bits*, necessários para seu armazenamento. Os *bits* são expressos em potências de 2. No caso de imagens pancromáticas, 1 bit (2^1) significa 2 tons de cinza (somente preto e branco); 8 bits (2^8) 256 níveis de cinza; 16 bits (2^{16}) 65.536 níveis de cinza, e assim por diante (FITZ, 2008), de acordo com a figura 15.

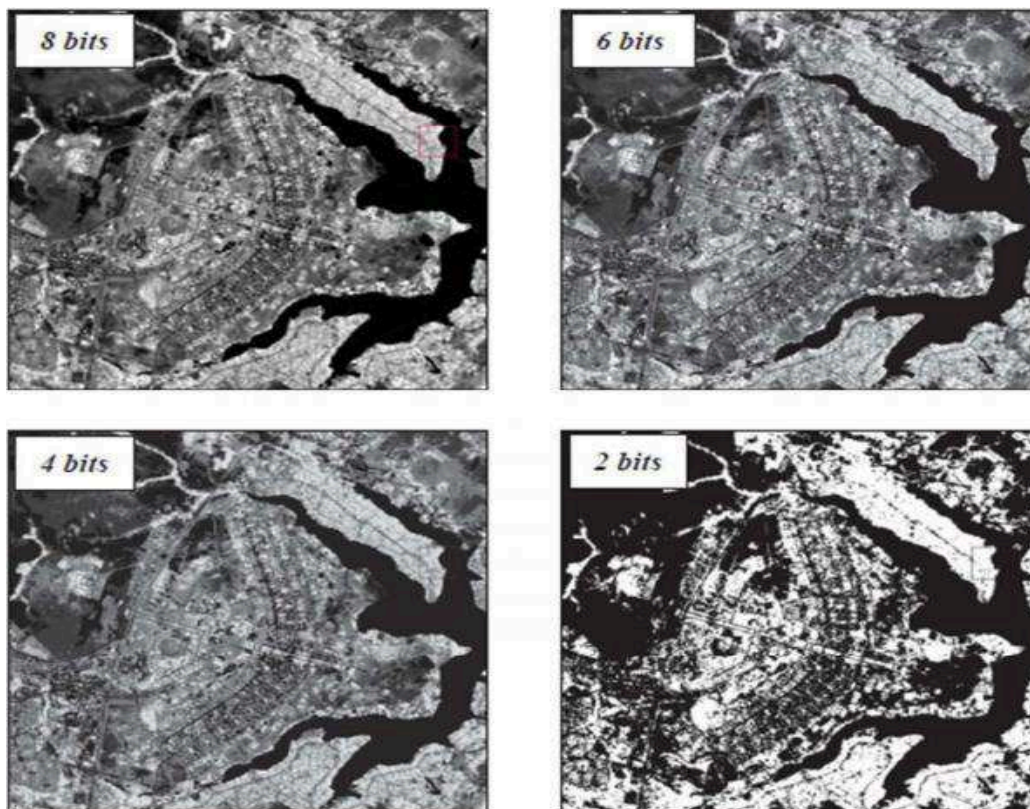


Figura 15: Ilustração, para a vista aérea da cidade de Brasília/DF, de diferentes resoluções radiométricas em uma imagem. Fonte: IFSC (2010).

Segundo IBGE (1999), a partir das fotografias aéreas, são obtidos diversos produtos resultantes de operações mais elaboradas, tais como:

- Mosaico – é o conjunto de fotos de uma determinada área, recortadas e montadas técnica e artisticamente, de forma a dar a impressão de que todo o conjunto é uma única fotografia. Classifica-se em:

Controlado - é obtido a partir de fotografias aéreas submetidas a processos específicos de correção, de tal forma que a imagem resultante corresponda exatamente a imagem no instante da tomada da foto. Essas fotos são então montadas sobre uma prancha, onde se encontram marcados um conjunto de pontos que servirão de controle à precisão do mosaico. Os pontos lançados na prancha tem que ter o correspondente na imagem. Esse mosaico é de alta precisão.

Não controlado - é preparado simplesmente através do ajuste de detalhes de fotografias adjacentes. Não existe controle de terreno e as fotografias não são corrigidas. Esse tipo de mosaico é de montagem rápida, mas não possui a precisão do mosaico controlado.

Semi- controlado – são montados combinando-se características do mosaico controlado e do não controlado. Por exemplo, usando-se controle do terreno com fotos não corrigidas; ou fotos corrigidas, mas sem pontos de controle.

- Fotocarta – é um mosaico controlado, sobre o qual é realizado um tratamento cartográfico (planimétrico).
- Ortofotocarta – é uma ortofotografia – fotografia resultante da transformação de uma foto original, que é uma perspectiva central do terreno, em uma projeção ortogonal sobre um plano (figura 16) – complementada por símbolos, linhas e georreferenciada, com ou sem legenda, podendo conter informações planimétricas.
- Ortofotomapa: é o conjunto de várias ortofotocartas adjacentes de uma determinada região.
- Fotoíndice: montagem por superposição das fotografias, geralmente em escala reduzida. É a primeira imagem cartográfica da região. O fotoíndice é insumo necessário para controle de qualidade de aerolevantamentos utilizados na produção de cartas através do método fotogramétrico. Normalmente a escala do fotoíndice é reduzida de 3 a 4 vezes a escala de vôo.

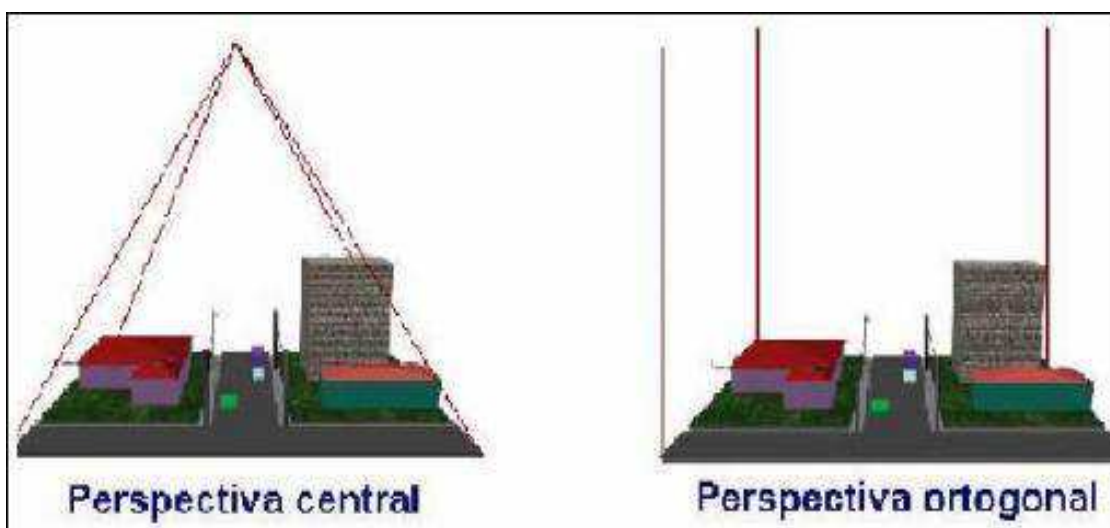


Figura 16: Perspectiva central das fotografias aéreas (à esquerda) e perspectiva ortogonal das ortofotocartas (à direita). Fonte: IFSC (2010).

Sistemas Geodésicos de Referência

Uma das condições para quem trabalha com geoinformação diz respeito ao uso de sistemas de referência, que cumprem a função de estabelecer a relação entre um ponto determinado no terreno e um elipsoide de referência (FITZ, 2008).

O geóide é o termo utilizado para a figura que mais se aproxima da forma real da Terra, ou a superfície que representaria de melhor forma a superfície real do planeta. Pode ser conceituado como uma superfície coincidente com o nível médio e inalterado dos mares e gerado por um conjunto infinito de pontos. As dificuldades no uso do geóide como superfície representativa real da Terra conduziram à utilização do elipsoide, uma superfície de referência, dadas suas propriedades, como figura utilizada pela Geodésia para seus trabalhos (FITZ, 2008). O sistema de referência também é conhecido como Datum. Abaixo na figura 17 representação da superfície da Terra (Geóide) em comparação a superfície de referência ou elipsóide (Datum):

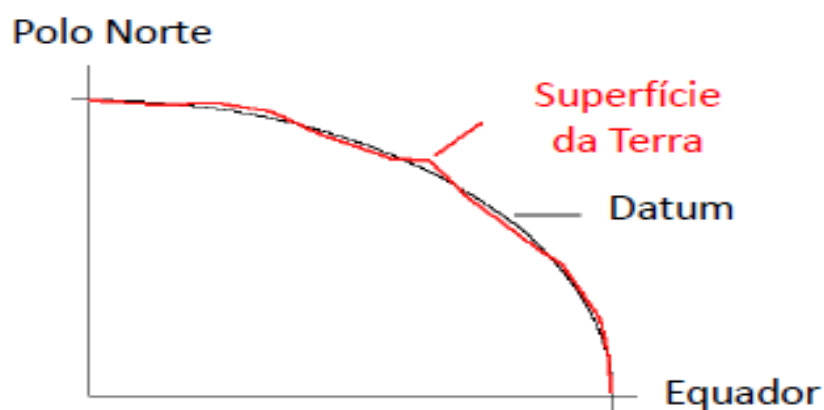


Figura 17: Esquema comparativo do Geóide e Elipsóide. Fonte: IFSC (2010).

O Sistema Geodésico Sul Americano de 1969, conhecido como SAD-69, atualmente está em processo de desuso. O Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (Sirgas) está programado para substituir o SAD-69 até 2015 (FITZ, 2008).

O Sirgas foi concebido em razão da necessidade de adoção de um sistema de referência compatível com as técnicas de posicionamento por satélite, dadas por sistema dessa natureza, como o GPS (FITZ, 2008).

Sistemas de Coordenadas e de Projeção Cartográfica

Um sistema geodésico de referência, conforme a descrição anterior, sustenta-se na figura de um elipsóide de referência. Essa figura, entretanto, está dotada de um sistema de coordenadas definido por duas posições principais, a latitude e a longitude. (FITZ, 2008).

Os sistemas de coordenadas são necessários para expressar a posição de pontos sobre uma superfície, seja ela um elipsóide, esfera ou um plano (IBGE, 1999), portanto, é necessário estabelecer um método para que cada ponto da superfície da Terra corresponda a um ponto da carta e vice-versa. Estes métodos são denominados Sistemas de Projeção Cartográfica.

De acordo com IBGE (1999), o problema básico das Projeções Cartográficas é a representação da superfície curva da Terra em um plano. Quanto à superfície de projeção, as projeções cartográficas podem ser planas, cônicas, cilíndricas ou poli-superficiais. Quanto ao tipo de contato, entre a superfície de projeção e a superfície de referência (Terra), pode ser secante ou tangente.

Segundo Fitz (2008), os sistemas de coordenadas mais utilizados são: Sistemas de coordenadas geográficas, baseado em coordenadas geodésicas, e o sistema de coordenadas UTM, baseado em coordenadas métricas planas ou plano-retangulares.

3.1.7 Sistemas de Coordenadas Geográficas

Os valores dos pontos localizados na superfície terrestre são expressos por suas coordenadas geográficas, latitude e longitude, contendo unidades de medida angular, em graus ($^{\circ}$), minutos ($'$) e segundos ($''$) (FITZ, 2008).

A latitude é o ângulo do arco contado desde o Equador até o lugar considerado, e varia de 0° a 90° S no hemisfério sul e de 0° a 90° N no hemisfério norte, sendo 0° a linha do Equador. A longitude é o ângulo do arco desde o Meridiano de Greenwich até o lugar considerado, e varia de 0° a 180° W a Oeste (West) de Greenwich e de 0° a 180° E a Leste (East) de Greenwich, sendo 0° de longitude a linha do meridiano de Greenwich.

As coordenadas geográficas localizam, de forma direta, qualquer ponto na superfície terrestre, não havendo necessidade de qualquer outra indicação

complementar exceto as indicações de N, S, W e E após a unidade de medida angular (FITZ, 2008).

3.1.8 Sistemas de Coordenadas UTM

O sistema UTM é, talvez, o mais empregado em trabalhos que envolvam SIG's. Este sistema adota uma projeção do tipo cilíndrica (FITZ, 2008), sendo utilizado nas cartas topográficas do Sistema Cartográfico Nacional produzidas pelo IBGE, e entre as latitudes 84º N e 80º S (IBGE, 1999).

A origem do sistema é estabelecida pelo cruzamento do Equador com um meridiano padrão específico, denominado Meridiano Central (MC). Os valores das coordenadas UTM obedecem a uma sistemática de numeração (FITZ, 2008), atribuindo à origem do sistema (intersecção do equador com o MC) um valor de 10.000.000 m (dez milhões de metros) para contagem de coordenadas ao longo do equador e 500.000 m (quinhentos mil metros) para contagem de coordenadas ao longo do MC. As coordenadas contadas a partir do equador vão se reduzindo em direção ao sentido sul, e as coordenadas contadas a partir do MC, vão se reduzindo no sentido oeste (IBGE, 2008).

Análise Multitemporal do Uso e Cobertura da terra

A análise multitemporal consiste na manipulação de imagens de uma mesma área em datas diferentes, podendo, desta forma, identificar as transformações dessa área em relação ao tempo (LESSA et al, 2007). Os produtos resultantes do sensoriamento remoto (fotografias aéreas e imagens de satélite) permitem resgatar informações históricas do uso da terra, possibilitando este tipo de análise. Segundo Fernández et al (1996), a alternativa, quando se deseja um melhor detalhamento do uso do solo, são as fotografias aéreas. Estas têm como vantagem a melhor resolução espacial em comparação à maioria das imagens de satélite. Esta característica permite utilizar feições texturais ou características de direcionamento de linhas de plantio, por exemplo, na discriminação das classes de uso.

Para Pereira & Pinto (2007), o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal de uma determinada área é de extrema importância para a compreensão da organização do espaço e suas mudanças. Os dados obtidos a partir deste

levantamento servem a múltiplas finalidades e interesses. Aos planejadores e gestores, por exemplo, estes dados são de fundamental importância uma vez que fornecem subsídios ao reconhecimento das condições do quadro natural e da ocupação territorial da área de estudo, permitindo estabelecer ações para a utilização racional dos recursos disponíveis. Constitui-se também em importante fonte de dados aos estudos de impacto ambiental, auxiliando na identificação de áreas contendo processos erosivos avançados, e como indicadores de biodiversidade.

Os conceitos relativos ao uso e cobertura da terra são muito próximos, por isso muitas vezes são usados indistintamente. Cobertura da terra está diretamente associada com os tipos de cobertura natural ou artificial, que é de fato o que as imagens de sensoriamento remoto conseguem registrar. Imagens não registram atividades diretamente, cabe ao intérprete buscar as associações de reflectâncias, texturas, estruturas e padrões de formas para derivar informações acerca das atividades de uso, a partir do que é basicamente informação de cobertura da terra (FILHO et al, 2007).

4 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Segundo informações disponíveis no *site* oficial da instituição (EPAGRI, 2014), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) teve origem em 1991, com a fusão das quatro seguintes instituições: a) Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (Empasc); b) Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina (Acaresc); c) Associação de Crédito e Assistência Pesqueira de Santa Catarina (Acarpesc) e; d) Instituto de Apicultura de Santa Catarina (Iasc). Em 2005 foi incorporado a Epagri o Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina (Instituto Cepa/SC). Neste mesmo ano foi aprovada a transformação da Epagri em empresa pública, que anteriormente era de economia mista.

Os objetivos da Epagri são promover a preservação, recuperação, conservação e utilização sustentável dos recursos naturais; buscar a competitividade da agricultura catarinense frente a mercados globalizados,

adequando os produtos às exigências dos consumidores; promover a melhoria da qualidade de vida do meio rural e pesqueiro.

A sede administrativa está localizada na capital do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, na Rodovia Admar Gonzaga, 1347, bairro Itacorubi. Quanto à organização operacional, compreende as Gerências Regionais, Escritórios Municipais, Unidades de Pesquisa, Centros de Treinamento e os Centros Especializados.

Para a realização dos trabalhos de pesquisa, a Epagri conta com cinco centros especializados, nove estações experimentais e dois campos experimentais, distribuídos pelo Estado, conforme as diferentes características edafoclimáticas. A empresa desenvolve trabalhos nas áreas de sementes, solos, água, entomologia, fitopatologia, fisiologia, nutrição animal e vegetal, genética e melhoramento, cultura de tecidos, tecnologia e aplicação de defensivos, enologia, apicultura, imunologia, microbiologia, biologia molecular, sanidade animal, produção de larvas e alevinos e produção de inseticida biológico.

Para executar o serviço de Extensão Rural, a Epagri dividiu o Estado de Santa Catarina em dez Unidades de Gestão Técnica (UGT), nas quais estão distribuídas vinte e três Gerências Regionais, que coordenam treze Centros de Treinamento (CETRE) e duzentos e noventa e cinco Escritórios Municipais. Os centros de treinamento e os escritórios municipais proporcionam aos agricultores familiares e pescadores artesanais, cursos, informações e soluções técnicas adequadas para os problemas que afetam as atividades rurais e pesqueiras, além de orientar tecnicamente e facilitar o acesso dos produtores rurais às linhas de crédito e aos programas e políticas públicas dos governos estadual e federal.

As atividades desenvolvidas pela Epagri são priorizadas de acordo com as demandas do setor agrícola e com o vislumbre de um cenário futuro que mantenha a sustentabilidade da agropecuária estadual, tendo sempre em mente as mudanças provenientes das modificações climáticas, tecnológicas e do compromisso com a sociedade. Com esse propósito, são elaborados projetos que se enquadram nos programas institucionais da Empresa.

Quanto aos profissionais vinculados a Epagri, hoje conta com um quadro de 2118 empregados no Estado de Santa Catarina, dentre Agentes Administrativos, Agentes de Apoio Técnico, Agentes Técnicos de Nível Médio e

Agentes Técnicos de Nível Superior. De acordo com o nível de graduação, possui 280 graduados e, aproximadamente, 560 pós-graduados, titulados especialistas, mestres e doutores.

Dentre os cinco Centros Especializados da Epagri, está o Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – Ciram, localizado juntamente com a sede administrativa da Epagri, em Florianópolis. O CIRAM foi criado em 1997 para dotar o Estado de Santa Catarina de uma estrutura capaz de levantar e monitorar seus recursos naturais e o meio ambiente. Está integrado a outros Centros Especializados, Estações Experimentais e demais unidades da empresa.

O objetivo do Ciram é integrar dados e informações dos recursos ambientais de forma eficiente, estruturando um centro de referência, com equipamentos, materiais e equipe multidisciplinar para o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias, e para a prestação de serviços especializados. O Ciram valoriza o intercâmbio com outras instituições estaduais, nacionais e internacionais, por meio de cooperação técnico científica, inserindo-se no contexto global da administração de informações sobre recursos ambientais.

Quanto aos Recursos Humanos do Ciram, o Centro possui hoje, aproximadamente, 70 profissionais, dentre os quais 35 são pós-graduados, com mestrado, doutorado ou especialização. O presente estágio, por tratar-se de assunto ligado ao uso da terra, foi realizado no setor de Ordenamento Ambiental. Suas principais áreas de atuação são as seguintes:

- **Agrometeorologia:** Monitoramento hidrometeorológico do Estado.
- **Geoprocessamento:** Regularização ambiental; Banco de dados espaciais e sistemas de mapas via internet.
- **Ordenamento Ambiental:** Projetos de pesquisa (aptidão de uso das terras por demanda, levantamento e mapeamento digital e convencional de solos, uso e ocupação das terras); Inventário de terras.
- **Meteorologia:** Previsão do tempo e clima; Avisos e alertas; Atendimento à imprensa.
- **Gestão e Saneamento Ambiental:** Mudanças climáticas e seus impactos na dinâmica de bacias hidrográficas; Gestão de dejetos animais;

- **Tecnologia de Informação:** Gestão de qualidade de dados hidrometeorológicos; Manutenção e melhoria da infraestrutura operacional.
- **Zoneamento Agroambiental:** Mudanças climáticas e cenários agrícolas; Zoneamento agrícola para redução de riscos climáticos; Climatologia e Agrometeorologia.

5 ESTUDO DE CASO

RESUMO

A análise multitemporal da cobertura da terra e vias de acesso, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas é uma importante ferramenta de apoio à gestão ambiental, principalmente de ecossistemas complexos como as Unidades de Conservação. O objetivo deste estudo foi analisar a mudança da cobertura da terra e vias de acesso no Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ) em três datas distintas: 1957, 1978 e 2011. O trabalho foi realizado em módulo de pesquisa do Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBIO instalado no PNSJ. O Parque, localizado na região serrana de Santa Catarina, apresenta área aproximada de 49.300 hectares, com altitudes variando entre 72 e 1818m. Foi criado em 1961 e tem como um dos principais objetivos a conservação da Araucária angustifolia e preservação do ecossistema em que ela está inserida. O módulo compreende uma feição retangular de 5 x 1km coberto por Floresta Ombrófila Mista (*Araucária angustifolia* e *Dicksonia sellowiana* – xaxim, espécies da lista de espécies ameaçadas de extinção em SC), Campos de Altitude e Mata Nebular. Para a análise foram utilizadas aerofotos pancromáticas dos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A, em formato analógico e escala 1:25.000. Foram utilizadas 3 aerofotos de 1958 e 3 de 1978. Foi utilizada também uma ortofoto colorida com resolução de 0,39 m, no formato digital, do ano de 2011, do Levantamento Aerofotogramétrico de Santa Catarina. As aerofotos foram digitalizadas e posteriormente georreferenciadas por meio da correção geométrica utilizando o modelo polinomial no software ERDAS Imagine 2013. Após a seleção dos pontos nas aerofotos e os seus homólogos na ortofoto, foi realizada a reamostragem da imagem. A ortofoto foi utilizada como referência para seleção dos pontos de controle. Nesse mesmo software foram criados os mosaicos. Os mapas temáticos foram elaborados no software livre Quantum GIS

2.0.1 Dufour, a partir do mosaico das aerofotos e da ortofoto. As diferentes coberturas foram vetorizadas em tela através da classificação visual em floresta, campo e áreas de transição entre as duas classes, para as três datas distintas. A partir desses mapas, foi possível analisar a evolução da cobertura entre os anos de 1958 e 2011. O mapa de vias de acesso foi elaborado considerando a ocorrência ou não de trilhas nas três datas. A partir desses mapas, foi possível analisar a evolução da cobertura entre os anos de 1958 e 2011. As diferentes coberturas foram identificadas através de elementos característicos visíveis nas aerofotos, como tonalidade, textura, cobertura e regularidade dos limites. As áreas de floresta foram classificadas através da textura grosseira, tonalidade cinza médio a escuro, limites irregulares e cobertura desuniforme. Outros elementos característicos como tonalidade clara e textura fina aplicaram-se às áreas de campo. As vias de acesso foram identificadas através de linhas visíveis com tonalidade cinza clara. Em 1958 existiam 3 km de vias no módulo, porém no ano de 1978 aumentou para 18 km. Estima-se que este aumento possa estar relacionado à exploração madeireira na região. Na ortofoto observa-se uma redução significativa nas feições de linhas que identificam as trilhas, podendo inferir que houve uma diminuição gradativa do acesso de pessoas no local, resultando no isolamento da área, o que possivelmente ocasionou a cobertura de algumas trilhas. A classe floresta teve uma pequena variação de área, com desflorestamento de cerca de 7ha de 1958 para 1978 e uma recuperação de cerca de 8ha em 2011. A classe campo e as áreas de transição apresentaram comportamento inverso à área de floresta, ou seja com aumento

da área entre as duas primeiras datas e redução em 2011. As pequenas alterações na cobertura vegetal da área no período avaliado podem indicar um aspecto positivo para a pesquisa, visto que grandes alterações na cobertura da terra possivelmente conduziram a alterações nas populações locais da fauna e flora.

Palavras chave: Sistema de Informações Geográficas, Araucária, fotografias aéreas.

INTRODUÇÃO

O estudo de caso está inserido no contexto do projeto intitulado “Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade do Parque Nacional de São Joaquim”, financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, e coordenado pela Universidade Federal de Santa Catarina, em parceria com outras universidades e convênio com a Epagri/Ciram.

O Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ) situa-se no domínio fisiográfico de Floresta Ombrófila Mista, de acordo com a classificação de Klein (1978), também conhecida como Floresta de Araucária, fitofisionomia associada ao bioma de Mata Atlântica, que sofreu grandes alterações nas últimas décadas, restando atualmente, aproximadamente 7% de sua cobertura vegetal (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

O estudo de caso enfatizou a análise multitemporal da cobertura da terra em um módulo de pesquisa instalado no PNSJ, utilizando fotografias aéreas e Sistemas de Informações Geográficas (SIG's). A análise multitemporal usando *softwares* de SIG's, trata-se da detecção de mudanças em uma área aplicando ferramentas de geoprocessamento na manipulação das imagens de uma mesma área em datas diferentes, podendo desta forma identificar as transformações dessa área em relação ao tempo (LESSA et al, 2007).

O Geoprocessamento em ambiente SIG é uma valiosa ferramenta para apoio à gestão ambiental, elaborando trabalhos de uso e cobertura da terra com maior qualidade, precisão e redução de tempo.

Desta forma, o objetivo do presente estudo de caso foi o de realizar a análise multitemporal da cobertura da terra e vias de acesso em um módulo de pesquisa no Parque Nacional de São Joaquim, em um Sistema de Informações Geográficas, utilizando técnicas de geoprocessamento, visando adquirir conhecimento e familiaridade com essas geotecnologias.

MATERIAIS E MÉTODOS

5.1.1 Caracterização da Área de Estudo

O Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ) localiza-se na região sul do Estado de Santa Catarina, na Serra Geral, entre as seguintes coordenadas

geográficas: 49°22' a 49°39' de longitude Oeste e 28°04' a 28°19' de latitude Sul. (Figura 18).

Apresenta uma área aproximada de 49.300 ha e um perímetro de 114 km, com altitudes que variam entre 72 e 1.818 metros. O parque está localizado entre os municípios de Urubici (Sede Administrativa), Bom Jardim da Serra, Orleans e Grão Pará (SOUZA, 2004).

De acordo com Santos (2011), existem 11 Parques Nacionais no sul do Brasil, sendo que o PNSJ é o terceiro maior destes, ficando atrás apenas dos Parques Nacionais de Iguaçu e de Ilha Grande, ambos no Paraná. O PNSJ, também se destaca por ser o único no Brasil, com o objetivo específico voltado para a conservação da araucária (*Araucária angustifolia*).

Foi criado em 1961, através do Decreto nº 50.922, com o objetivo de promover a educação ambiental, pesquisas científicas, visitação pública, bem como, a conservação da área (FERNANDES, 1996).

Sua criação foi proposta inicialmente, a partir do empenho do engenheiro agrônomo João Rodrigues de Mattos que, em 1957, publicou um livro sobre a fitofisionomia do município de São Joaquim, no qual apontava a necessidade de proteger esta região, sobretudo as florestas de *Araucaria angustifolia* que estavam sendo dizimadas de forma desordenada. O autor propunha a criação de um Parque Florestal ou Reserva Florestal com a finalidade de proteger a flora, a fauna, as nascentes de rios como o Pelotas, Lava-Tudo, Três Barras, entre outros, visando evitar problemas futuros. Assim, em 1958, o Serviço Florestal do Ministério da Agricultura, movido pela exploração da *Araucária angustifolia* no Estado de Santa Catarina, deu início a levantamentos aerofotogramétricos e geoeconômicos na área, contudo, a exploração continuava de forma insensata (SOUZA, 2004).

Em relação ao aspecto fundiário, o Parque encontra-se parcialmente regularizado (20% de sua área), e em tramitação para ampliação de seus limites (ICMBio – MMA, 2014).

5.1.2 Projeto “Avaliação e Monitoramento do PNSJ”

A “Avaliação e Monitoramento do Parque Nacional de São Joaquim” é um projeto do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), coordenado pela

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em parceria com a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), FURB, Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio). O PPBio foi criado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em 2004, com o objetivo de intensificar estudos sobre biodiversidade no Brasil, descentralizar a produção científica dos centros desenvolvidos academicamente, integrar atividades de pesquisa e divulgar os resultados para diferentes finalidades, como gestão ambiental e educação. Teve início com estudos na Amazônia, e hoje possui diversos núcleos regionais e projetos parceiros pelo país, com abrangência nacional e internacional. (PPBio, 2014).

A meta da Epagri no projeto, que teve início em janeiro de 2013 e previsão de término para dezembro de 2015, segundo informações disponíveis no *site* da Epagri/CIRAM, é gerar uma base de dados georreferenciada, com dados edafoclimáticos e de uso e cobertura do solo. Para isso serão utilizadas três áreas no interior do PNSJ para realizar as pesquisas, onde serão instalados os chamados Módulos de Parcelas Permanentes, de acordo com a metodologia RAPELD (nome derivado de *Rapid Assessments Program* e Pesquisa Ecológica de Longa Duração), desenvolvida pelo PPBio. Esta é uma forma de padronizar a coleta de dados com outras regiões em que os módulos do PPBio estão sendo implantados, e disponibilizar os resultados para permitir comparações a longo prazo.

O primeiro módulo de pesquisa instalado (Figura 18) possui uma área de 1km x 5km (500 hectares), com parcelas de 300 metros de comprimento, em intervalos aproximados de 500 metros. As duas trilhas de 5km e as duas de 1km, são acessos ou corredores, no sentido leste-oeste e norte-sul, respectivamente, onde os pesquisadores podem percorrer livremente permitindo a coleta de amostras da fauna e flora representativas da biodiversidade do Parque em cada uma das parcelas. As parcelas são corredores de 300m que seguem as curvas de nível e foram alocadas a cada 500m ao longo das duas trilhas de 5km e de 1km. As parcelas foram classificadas em terrestres e ripárias (em regiões de rios).

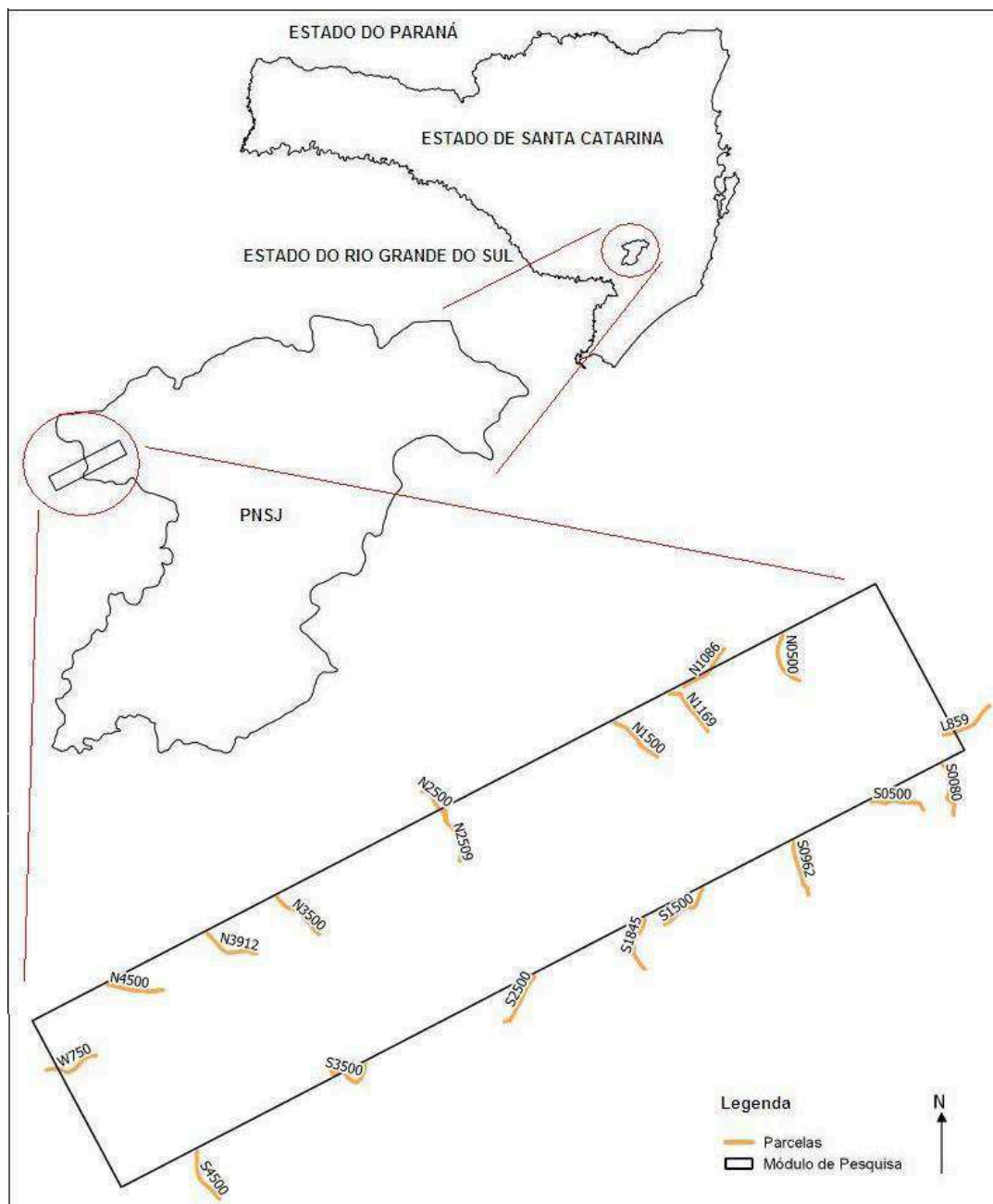


Figura 18: Localização da área de estudo. Figura meramente ilustrativa, sem escala definida.

5.1.3 Aquisição das Fotografias Aéreas e *softwares* empregados

Foram utilizadas fotografias aéreas (aerofotos) pancromáticas, dos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A., em formato analógico 23 cm x 23 cm, com escala aproximada de 1:25.000, e um mosaico de ortofotos colorido em formato digital, com resolução espacial de 0,39 metros e escala de 1:10.000, do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina, realizado pela empresa Engemap, em convênio firmado entre o Governo do Estado de Santa

Catarina e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDS).

As aerofotos foram digitalizadas e disponibilizadas pela Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina - SPG. Para cobrir a área de estudo, foram utilizadas três aerofotos do ano de 1958 e três de 1978. Para o ano de 2011 foi utilizada um mosaico de ortofotos colorido.

Quanto aos *softwares* empregados para o geoprocessamento das imagens, foram utilizados o *software* proprietário *Erdas imagine* versão 2013 (Santiago & Cintra Geo-Tecnologias, licença da Epagri/Ciram), para o registro e a geração dos mosaicos das fotografias aéreas, e o *software* livre *Quantum gis* versão 2.2 Valmiera, para classificação visual e vetorização das classes de uso das terras e elaboração dos mapas.

Foi realizada a análise multitemporal da cobertura da terra e a identificação das vias de acesso entre os anos de 1958; 1978 e 2011. A escala definida para a geração dos mapas foi de 1:25.000, correspondendo a menor escala original (aerofotos) do conjunto de dados utilizados.

No *software Erdas imagine*, foi realizado o georreferenciamento e o mosaico das aerofotos. O método utilizado para a transformação geométrica foi o polinomial e para reamostragem utilizou-se o modelo *Cubic convolution*¹¹. Foi utilizado o método da *View* para a seleção de pontos de controle homólogos nas aerofotos e na ortofoto, ou seja, tomou-se o mosaico de ortofotos como sistema padrão (imagem de referência) para a transformação geométrica das fotografias aéreas (imagem de ajuste). Foram identificados 10 pontos de controle por aerofoto, distribuídos nas bordas e centro da imagem quando possível. Após o georreferenciamento foi gerado o mosaico das três aerofotos, para cada ano através da ferramenta *Mosaic Pro*.

A tomada de pontos de controle homólogos no terreno, entre as aerofotos e a ortofoto (imagem de referência), para serem usados no georreferenciamento das imagens, foram de difícil identificação, uma vez que a área possui uso para preservação, não havendo presença significativa de infraestrutura. Essa limitação foi maior nas aerofotos de 1958. Isto influenciou na precisão das imagens,

¹¹ Técnica de reamostragem de dados para processamento de imagens, por processo de interpolação, baseando-se em complexos algoritmos matemáticos.

resultando em uma sobreposição deslocada, visível na delimitação dos campos de altitude entre os diferentes anos. É recomendável que seja tomado como ponto de controle, infraestruturas como edificações ou cruzamento de ruas, que se mantêm no mesmo local do terreno ao longo dos anos, porém nas imagens trabalhadas, alguns desses poucos pontos presentes na imagem de um ano, não foram encontrados na imagem do outro ano e vice-versa. Foram usados como ponto de controle para o georreferenciamento das imagens, taipas, cruzamento de vias de acesso, telhados, feições de vegetação características entre as imagens, e fundação de edificações. Porém foi possível perceber que estes pontos de controle tomados como referências, não se mantiveram sem alterações ao longo dos anos, visto que o Parque está em processo de regularização e muitas propriedades estão sendo indenizadas, dificultando ainda mais a exatidão do ponto no terreno entre os diferentes anos.

O mosaico de 1978 resultou em uma imagem *raster*¹² com resolução espacial de 0,96 metros, e o mosaico de 1958 em um *raster* com resolução de 0,93 metros.

5.1.4 Saída de Campo

No início do estágio, durante a etapa de revisão bibliográfica para a execução do trabalho, foi realizada uma saída de campo para o Parque Nacional de São Joaquim, nos dias 25, 26 e 27 de fevereiro de 2014. Foram três dias em que percorremos o interior do módulo de pesquisa (a equipe da Epagri/Ciram juntamente com uma parte da equipe de pesquisadores da UFSC), como forma de reconhecimento das vias de acesso e da localização das parcelas (terrestres e ripárias), observação da paisagem característica da área de estudo e um piloto para a coleta de solos. Ficamos alocados no alojamento do PNSJ (Figura 19).

¹² Raster ou matricial. A imagem é representada por uma matriz (i,j), composta por “i” colunas e “j” linhas, que definem as células, denominadas como pixels (Picture element). Cada pixel representa um valor referente ao atributo (um valor numérico). É um formato adequado para armazenar e manipular imagens de sensoriamento remoto, onde os atributos dos pixels representam um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou transmitida pela superfície terrestre. (MARINO, 2014).



Figura 19 – Alojamento do Parque Nacional de São Joaquim – PNSJ. Foto: Marcele Eifler de Oliveira, 2014.

Nesta saída de campo foi possível observar alguns trabalhos de coleta dos pesquisadores e bolsistas presentes, das áreas de solos, de entomologia aquática, mastozoologia (mamíferos), e herpetologia (anfíbios). O projeto conta com muitos outros pesquisadores, de áreas diversas como Morcegos, Botânica, Besouros, Formigas, Genética de Peixes, Fungos, Solos, Ecologia da paisagem e etc.

Foi percorrida a maior parte da trilha norte do módulo de pesquisa e uma parte da trilha sul. O percurso realizado e as parcelas que foram reconhecidas estão ilustrados no Mapa de Reconhecimento da Área de Estudo (Figura 20).

No primeiro dia o percurso foi do alojamento para o sentido oeste (W) da área de estudo, percorrendo o interior do módulo e retornando pela trilha norte, reconhecendo as parcelas N4500; N3912; e N3500, passando pela vegetação característica de Floresta Ombrófila Mista (Figura 21) e de Campos de Altitude (Figura 22). A distância percorrida foi aproximadamente 14 km (ida e volta).

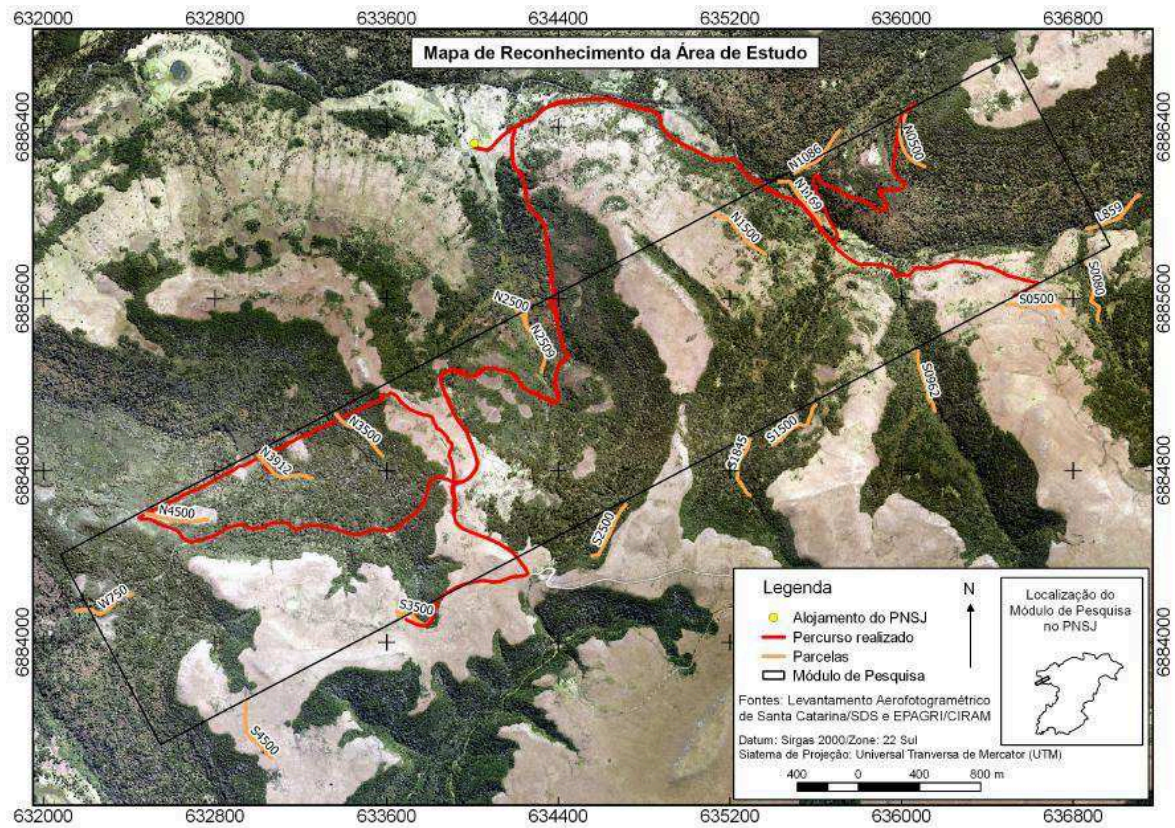


Figura 20: Mapa de Reconhecimento da área de estudo, com o percurso realizado na saída de campo.



Figura 21: Vegetação de Floresta Ombrófila Mista no PNSJ. Foto: Thiago Nunes Teixeira, 2014.



Figura 22: Vegetação de Campos de Altitude no PNSJ. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.

No segundo dia pela manhã repetimos uma parte do percurso do dia anterior, e fomos em direção à trilha sul, para a parcela S3500, onde foi realizada a coleta de solos piloto (Figura 23). Além da vegetação característica de FOM e Campos de Altitude, ao chegar à parcela S3500, pôde-se reconhecer a vegetação de Matinha Nebular (Figura 24), como descrita por Klein (1978). Nas imagens das fotografias aéreas, não é possível diferenciar a Matinha Nebular da FOM. No período da tarde o percurso realizado foi do alojamento para a trilha sul, em direção à parcela S500, percorrendo área de Campos com capões (Figura 25) e atravessando o rio que corta o módulo de pesquisa nessa região. A distância percorrida foi aproximadamente 6 km de ida e volta na parte da manhã e 8 km na parte da tarde.



Figura 23: Amostra de solo com trado e sua respectiva etiqueta destacando o Modulo 01 (M01); Trilha Sul (TS 3500); terceiro ponto na parcela (P3) e faixa de profundidade 30-60cm e profundidade efetiva da coleta (50cm). Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014



Figura 24: Paisagem no interior da Matinha Nebular no PNSJ. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014 .



Figura 25: Vegetação de Campos com capões. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.

No terceiro dia o percurso foi para a trilha norte na parcela N500, onde também foi realizado coleta de solos piloto. Nesta parcela fizeram a coleta apenas a equipe de pesquisadores da Epagri/Ciram, eu estive no local, porém não permaneci, tendo que retornar a Florianópolis com a equipe da UFSC.

Em todos os percursos da saída de campo foi possível reconhecer as espécies de araucária - *Araucária angustifólia* (Figura 26) e xaxim - *Dicksonia sellowiana* (Figura 27). Também foi possível observar as vias de acesso no interior do módulo de pesquisa. (Figura 28).



Figura 26: Paisagem de encostas com destaque para a *Araucária angustifólia*. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.



Figura 27: Interior de uma área com vegetação de *Dicksonia sellowiana*. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014



Figura 28 – imagem mostrando uma das vias de acesso presentes no interior do módulo de pesquisa. Foto: Luiz Fernando de Novaes Vianna, 2014.

5.1.5 Elaboração dos Mapas Temáticos

O mosaico dos anos de 1958 e de 1978 e o mosaico de ortofotos de 2011, ambos em formato TIF, foram interpretados visualmente no *software Quantum gis 2.2 Valmiera*, visando caracterizar a vegetação e identificar as vias de acesso. As diferentes classes de cobertura da terra foram identificadas através de elementos característicos nas imagens, como tonalidade, textura, cobertura e regularidade dos limites. As áreas de Floresta Ombrófila Mista (FOM) foram classificadas através da textura grosseira, tonalidade cinza médio a escuro, limites irregulares e cobertura desuniforme. Outros elementos característicos como tonalidade clara e textura fina aplicaram-se às áreas de Campos de Altitude. As áreas com elementos característicos de campo e de floresta, de complexa interpretação e separação dos limites, foram classificadas em Campos com capões, seguindo a classificação proposta por Klein (1978). As vias de acesso foram identificadas por tonalidades semelhantes às de campo, porém em formato de linhas, que se destacavam em meio à vegetação de campos e floresta.

Para o mosaico de 1978 e o mosaico de ortofotos de 2011, além da classificação de FOM, Campos de Altitude e Campos com capões, foi possível interpretar áreas de FOM explorada, e de desmatamento, devido a alterações de textura e tonalidade visíveis na imagem, em relação ao ano de 1958.

Os produtos gerados foram um mapa temático de cobertura da terra e um mapa temático de vias de acesso para cada ano, totalizando seis mapas temáticos do módulo de pesquisa. Também foi elaborado um mapa de reconhecimento da área de estudo, com o percurso realizado no interior do módulo durante a saída de campo, realizada nos dias 25, 26 e 27 de fevereiro de 2014. O percurso foi guiado através de *GPS*¹³, e convertido no *Google Earth 2014* em formato KML, o qual foi vetorizado no *Quantum gis* em formato *shapefile*.

As diferentes coberturas da terra foram classificadas em tela, em camadas (*layer*) vetoriais do tipo polígono e formato *shapefile (shp)*. Foi gerada uma *layer* para cada classificação. Para as vias de acesso foi utilizada uma *layer* vetorial do tipo linha. Foi calculada a área, em hectares¹⁴ (ha), para cada classificação de

¹³ *Global Positioning System*, ou Posicionamento Global por Satélite.

¹⁴ 1ha = 10.000m²

cobertura da terra, e o comprimento das vias de acesso, através da exportação da tabela de atributos do *Quantum gis* para o *Microsoft Office Excel 2007*.

O Sistema Geodésico de Referência, utilizado na imagem e nas camadas vetoriais foi o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, denominado Sirgas 2000, adotando-se o sistema de projeção UTM, fuso 22 Sul.

Após a classificação da cobertura da terra e vias de acesso, foram elaborados os *layouts* dos mapas no compositor de impressão do *QGis*, em escala de impressão de 1:20.000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dificuldade para identificar os pontos de controle influenciou na precisão das imagens, resultando em uma sobreposição deslocada, em média de 100 metros, entre os mosaicos dos diferentes anos, como mostra a figura 29.

Outros fatores que podem ter influenciado na sobreposição das imagens, foi utilizar um mosaico de ortofotos (2011), corrigido geometricamente para a perspectiva ortogonal (ortorretificada), e mosaicos de aerofotos georreferenciados (1958 e 1978), sem correção geométrica no plano ortogonal, ou seja, apenas com perspectiva central, como mostrado na figura 16. A variação da altura de vôo na tomada das fotos e a variação de relevo também podem interferir na escala da fotografia aérea (figura 1), e a área de estudo trata-se de uma região muito declivosa, como constatado em campo e em estereoscopia. A ortorretificação de imagens serve para corrigir estes erros.

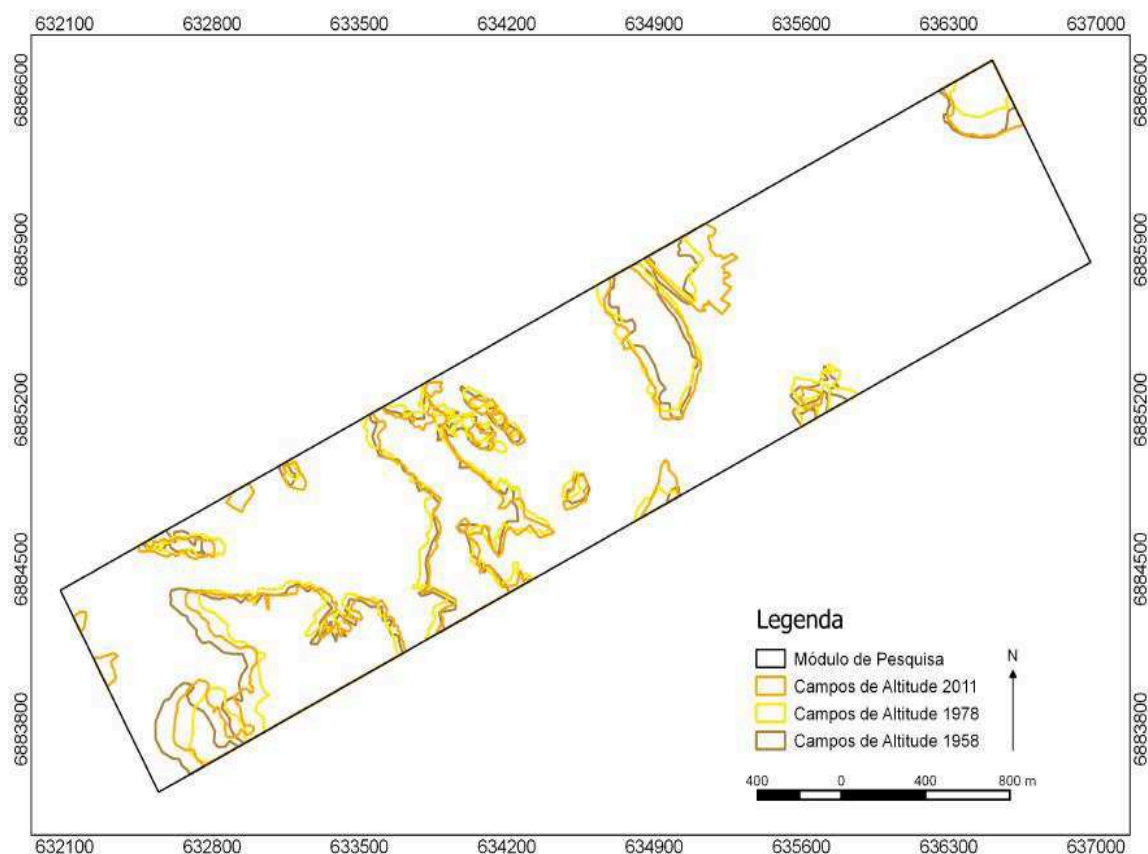


Figura 29: Representação da sobreposição deslocada dos mosaicos nos três anos, para a cobertura vegetal de Campos de Altitude.

No mosaico de 1958 foi possível identificar oito feições com características de vias de acesso, que variaram de 113 m a 808 m de comprimento. Estas feições se concentraram na porção nordeste do módulo, como mostra o mapa de vias de acesso de 1958 (Figura 30). A soma destas feições resultaram em aproximadamente 3km de vias no interior do módulo.

Foi possível caracterizar na imagem a região de Floresta Ombrófila Mista (FOM) sem alterações visíveis, ou seja, textura de floresta contínua e de fácil delimitação. Em alguns pontos localizados da FOM onde a textura variou, a imagem de 1958 foi comparada ao mosaico de 1978 e também à ortofoto de 2011, e verificou-se a presença de Xaxim em alguns desses pontos respondendo à variação da textura.

As regiões de Campos de Altitude também foram de fácil interpretação, uma vez que diferem completamente em relação à textura e tonalidade da FOM e seus limites se destacam do entorno da floresta facilitando a sua delimitação.

Os Campos com capões foram de complexa interpretação e delimitação, pois ora se assemelhavam aos Campos de Altitude, ora se assemelhavam a uma

cobertura vegetal distinta, como se vê na figura 25. Como citado por Klein (1978), nestes campos predominam os agrupamentos herbáceos, que lhes imprimem o aspecto de “campos limpos”, sendo que, de modo geral, não se pode dissociar dos mesmos a ocorrência maior ou menor de “campos sujos”, que por vezes se alargam sensivelmente formando verdadeiros bosques de pinhais no meio da formação campestre. A classificação da cobertura da terra no ano de 1958 pode ser vista na figura 31.

Para este ano, foi identificada uma área de 337 ha de FOM, 106 ha de Campos de Altitude, e 56 ha de Campos com capões.

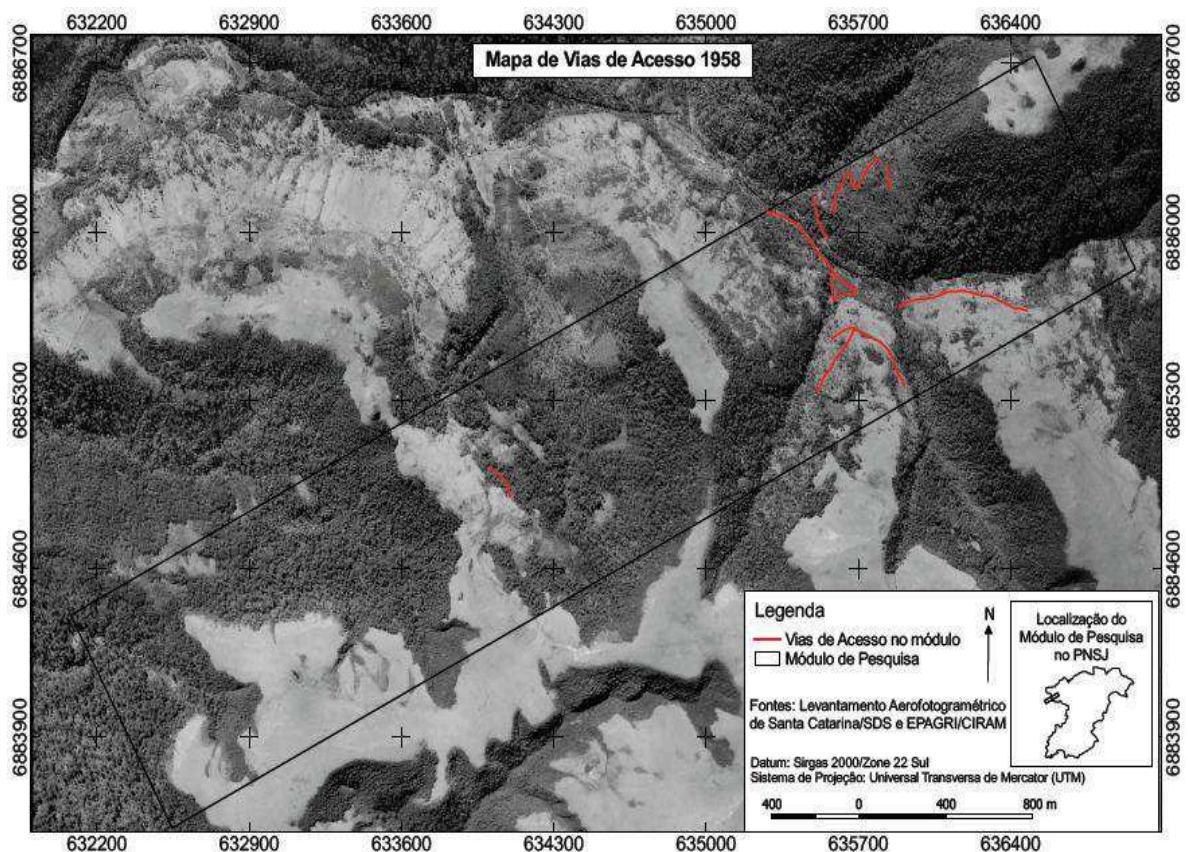


Figura 30: Mapa de vias de acesso destacando as vias visíveis na área de estudo no ano de 1958.

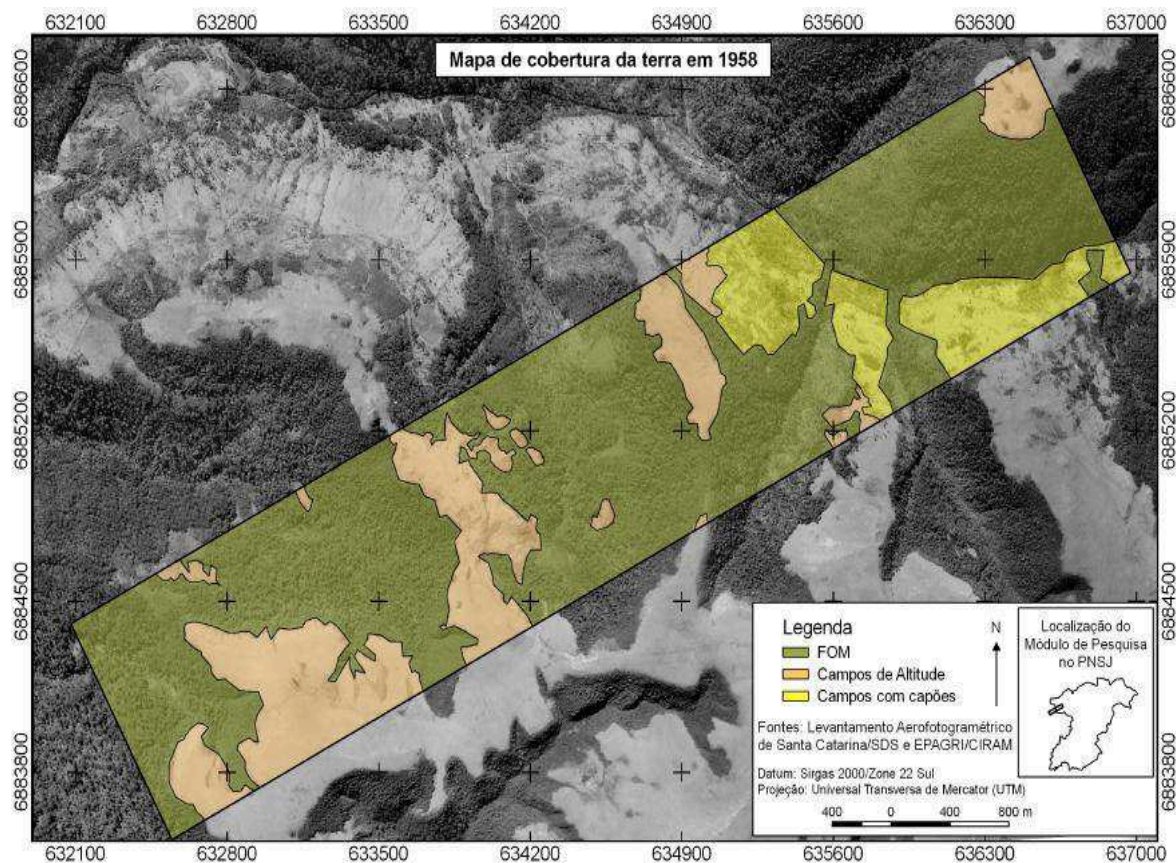


Figura 31: Mapa de cobertura da terra no ano de 1958.

No mosaico de 1978 foi possível perceber as mudanças ocorridas na área, em relação ao ano de 1958. As feições com características de vias de acesso aumentaram significativamente, sendo reconhecidas 42 linhas que indicaram este uso. Foram 34 novas vias de acesso abertas no interior do módulo, em comparação a 1958, com comprimentos variando entre 75 m a 2,3 km, bem distribuídas ao longo do módulo, de acordo com o mapa de vias de acesso de 1978 (Figura 32). A soma das vias em 1978 resultou em 19,4 km de extensão. Este resultado mostra que entre os anos de 1958 e 1978 foram abertas aproximadamente 16 km de vias de acesso no interior do módulo.

Na classificação da cobertura da terra em 1978, foram reconhecidas as classes de FOM, Campos de Altitude, Campos com capões, área explorada e Desmatamento. A interpretação das três primeiras classes tornou-se mais fácil para este ano, visto que já haviam sido classificadas na imagem de 1958. A pior qualidade na imagem de 1978 (maior contraste e brilho) em relação à de 1958, dificultou a interpretação das regiões de exploração, bem como sua delimitação. As regiões do módulo que sofreram exploração entre os anos de 1958 e 1978,

foram classificadas como FOM explorada, que foi interpretada como áreas classificadas como FOM ou Campos com capões em 1958, e que em 1978 tiveram sua textura alterada. A mudança de textura na mesma área, para diferentes anos, indicou a mudança de classificação da cobertura da terra. Foram identificadas ainda, regiões de desmatamento na FOM e nos Campos com capões. O desmatamento foi identificado através da mudança de textura e tonalidade, ou seja, áreas onde havia vegetação em 1958 adquiriram elementos característicos de campo em 1978, com tonalidade cinza claro e textura fina. Portanto foi possível diferenciar, na cobertura de FOM e de Campos com capões, as áreas de exploração, das áreas de desmatamento, sendo as primeiras um desmatamento seletivo, e a última um desmatamento generalizado, com remoção total de vegetação de FOM e de capões na área.

A área das classes de cobertura da terra em 1978 foi de 185 ha para FOM, 104 ha para Campos de Altitude, 32 ha de Campos com capões, 165 ha de FOM explorada, e 14 ha de desmatamento. As classes podem ser visualizadas no mapa de cobertura da terra de 1978 (Figura 33).

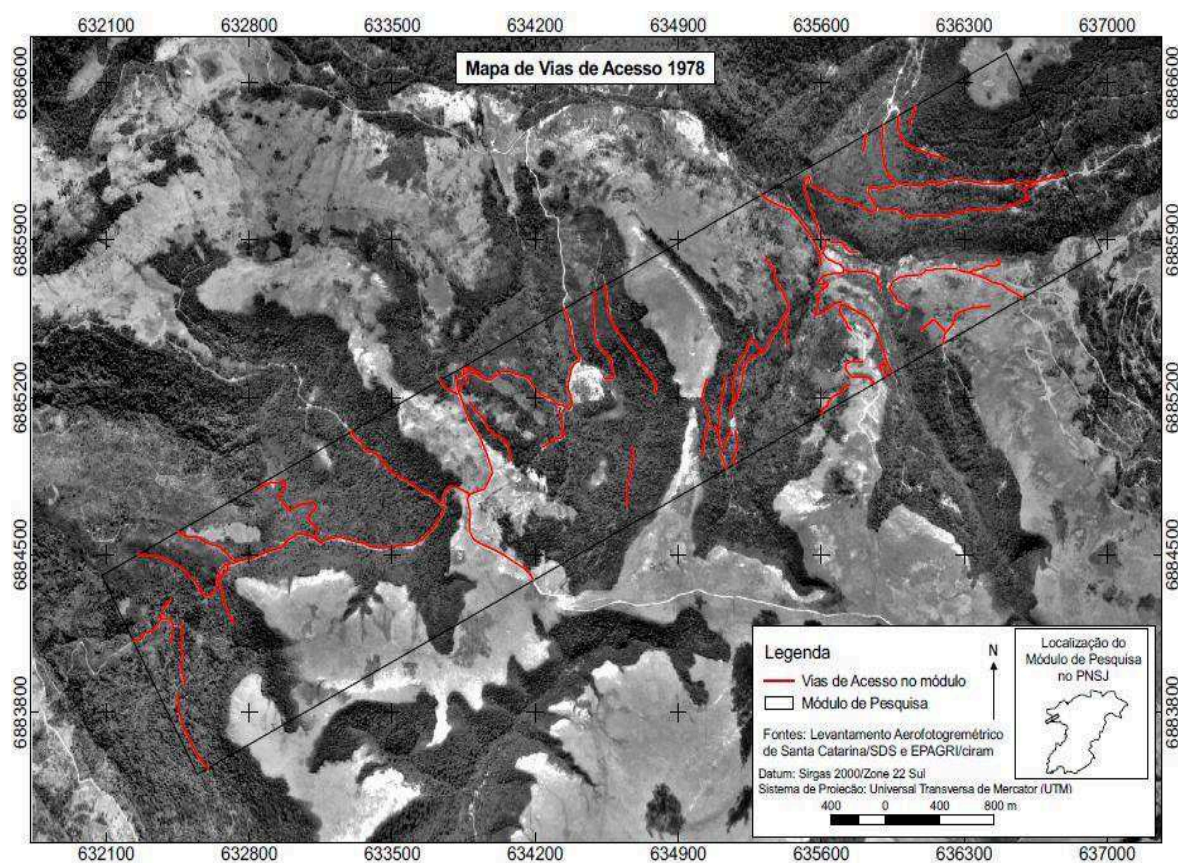


Figura 32: Mapa de vias de acesso destacando as vias visíveis na área de estudo no ano de 1978.

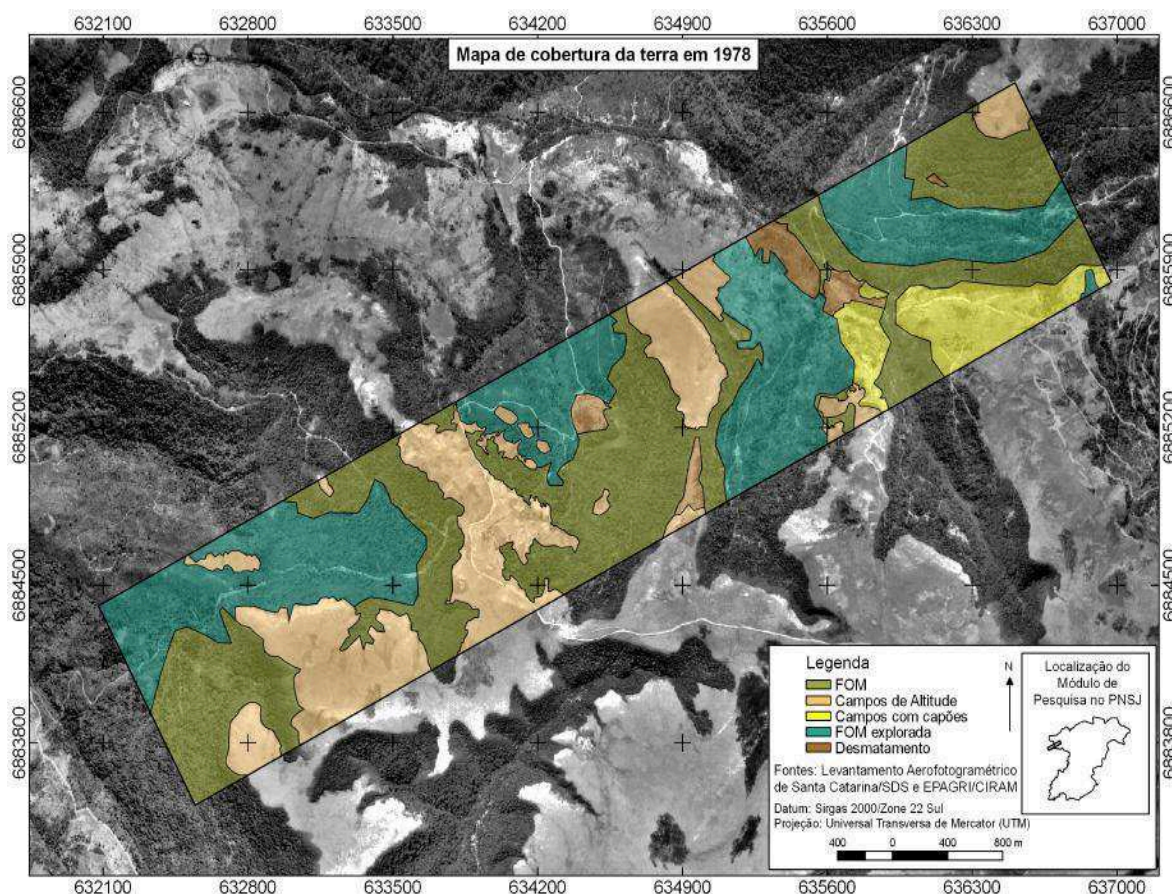


Figura 33: Mapa de cobertura da terra no ano de 1978.

No mosaico de ortofotos de 2011, a resolução superior da imagem em relação aos mosaicos anteriores, e a possibilidade de *zoom* até escala 1:2000 sem perder qualidade de visualização, influenciou positivamente na interpretação das classes, facilitando a caracterização das diferentes coberturas da terra.

A quantidade de vias de acesso reduziu em relação à imagem de 1978. Foram identificadas 20 feições que caracterizaram esse uso, com comprimentos entre 13 m e 2,3 km. A extensão total foi de 11,5 km de vias no interior do módulo. De acordo com o mapa de vias de acesso de 2011 (figura 34), é possível constatar que as vias se mantiveram concentradas a nordeste do módulo, como o observado em 1958 de acordo com a Figura 30.

Quanto à cobertura da terra em 2011, foram identificadas as mesmas classes de 1978. A classe de FOM resultou em 254 ha, para Campos de altitude foram identificados 112 ha, Campos com capões 54 ha, para FOM explorada 77 ha, e 3 ha de desmatamento. O mapa de cobertura da terra de 2011 pode ser visualizado na Figura 35.

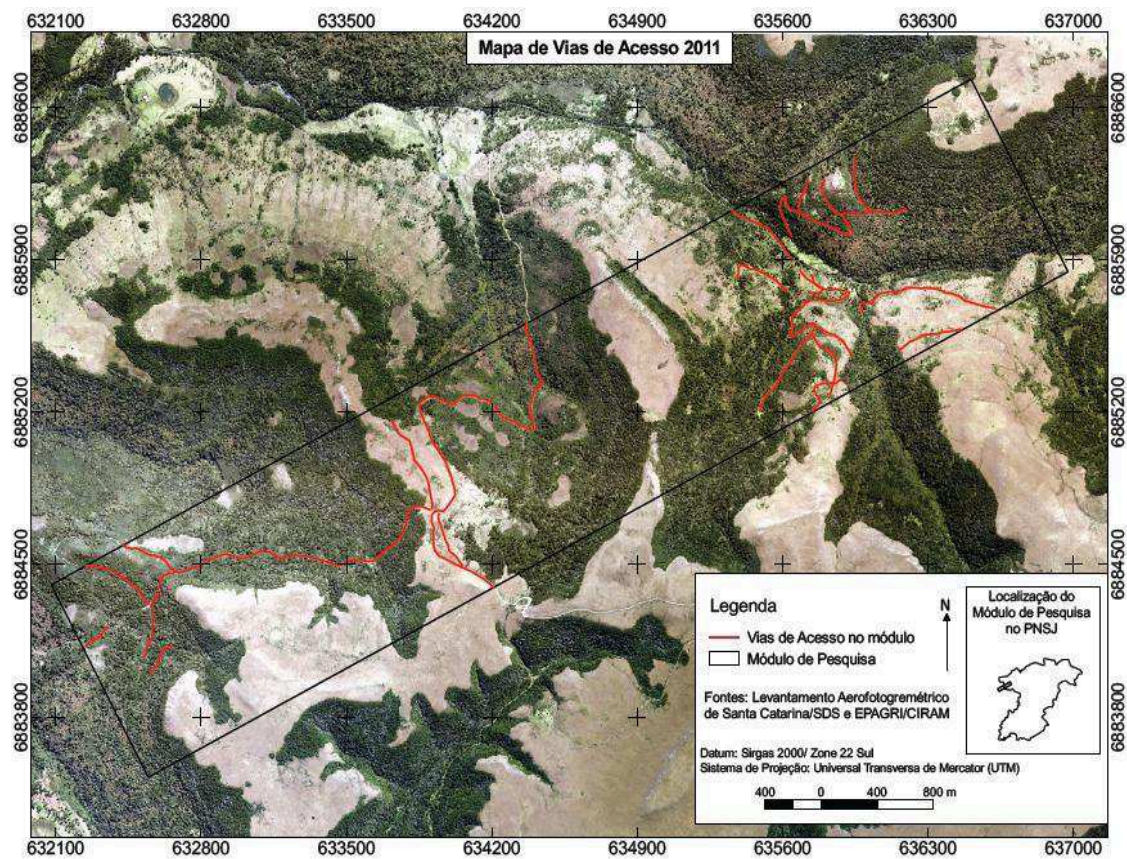


Figura 34: Mapa de vias de acesso destacando as vias visíveis na área de estudo no ano de 2011.

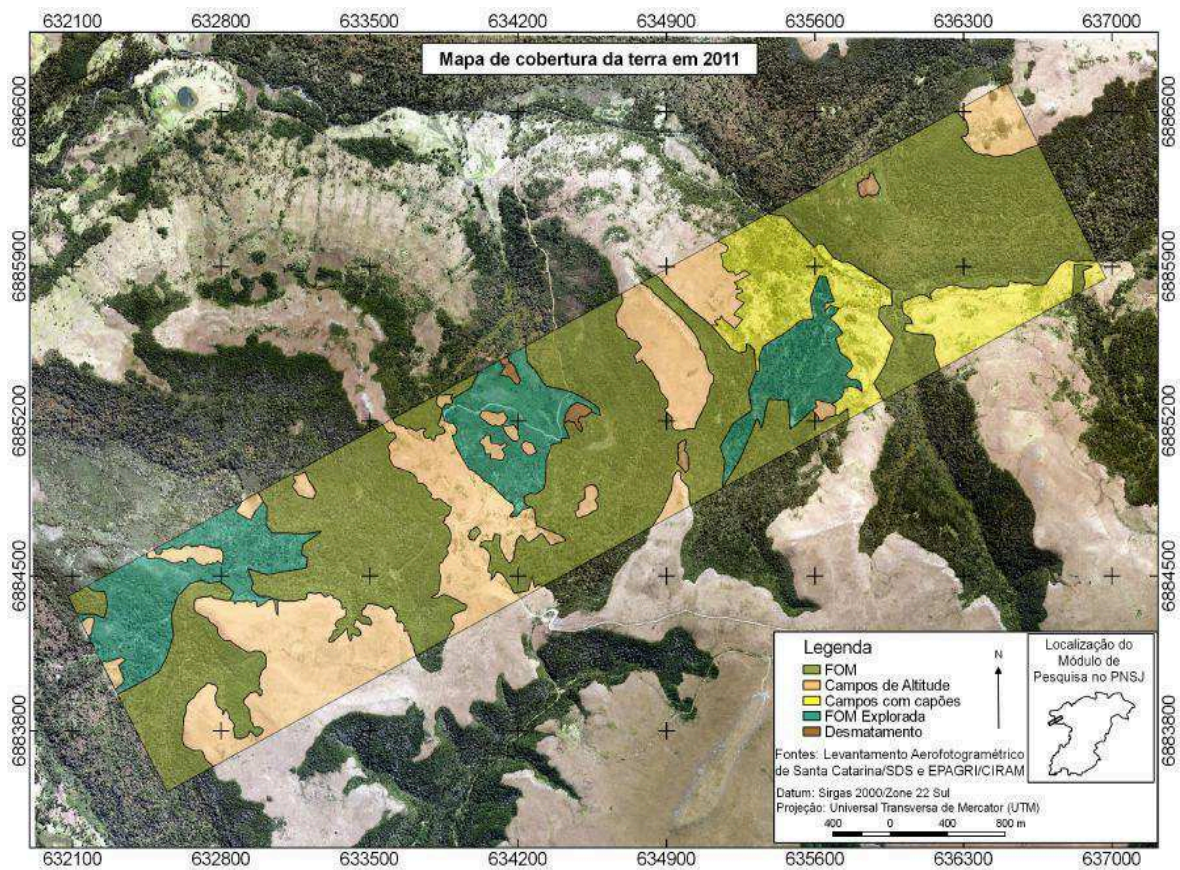


Figura 35: Mapa de cobertura da terra no ano de 2011.

A análise multitemporal da cobertura da terra e vias de acesso entre os anos de 1958 e 2011, pode ser visualizada também, além dos mapas temáticos, nas figuras 36 e 37, que mostram o módulo de pesquisa ampliado, em sua porção sudoeste e nordeste.

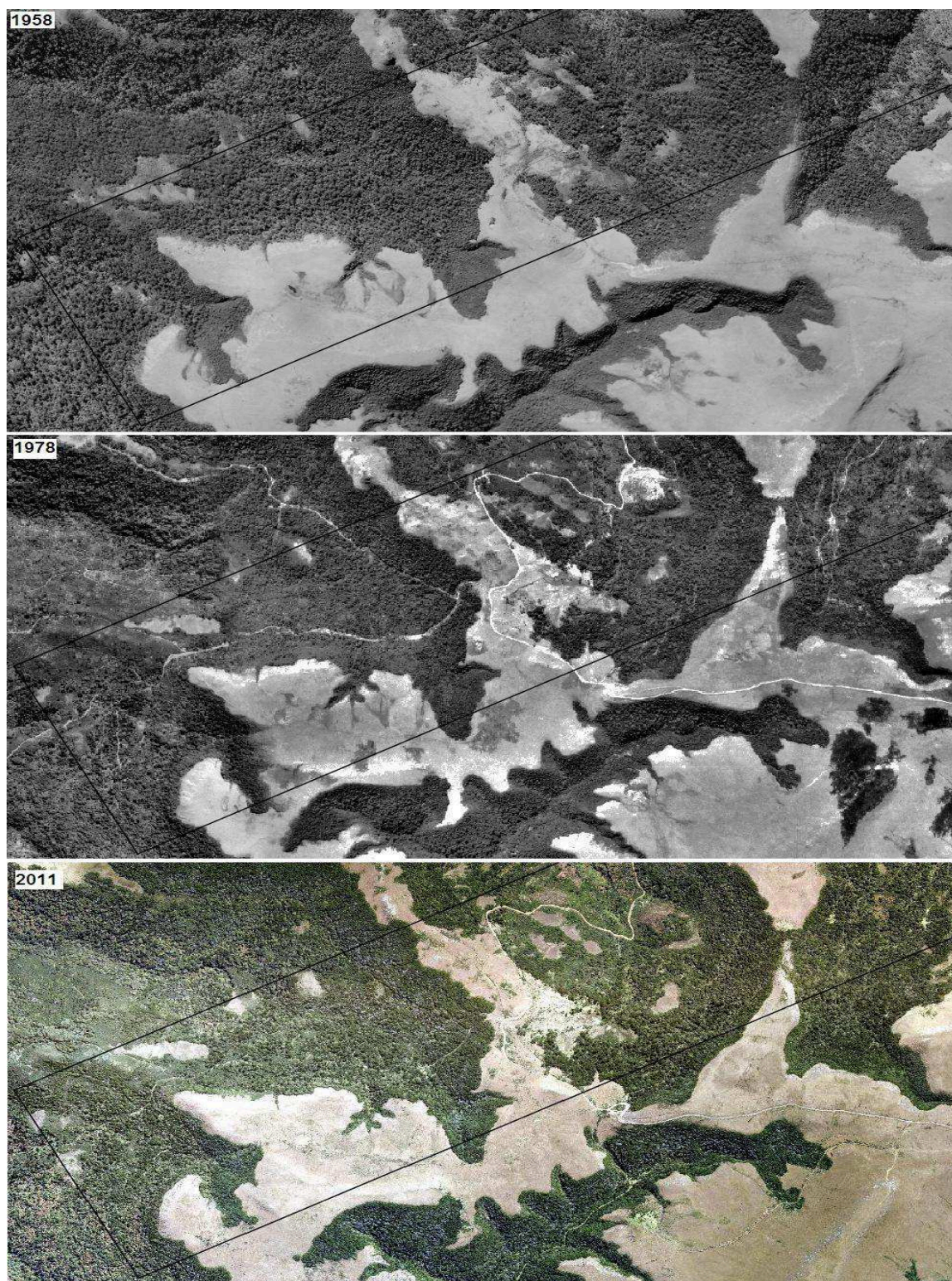


Figura 36: Imagem ampliada mostrando evolução da cobertura da terra e vias de acesso no sudoeste do módulo de pesquisa, entre os anos de 1958 e 2011.

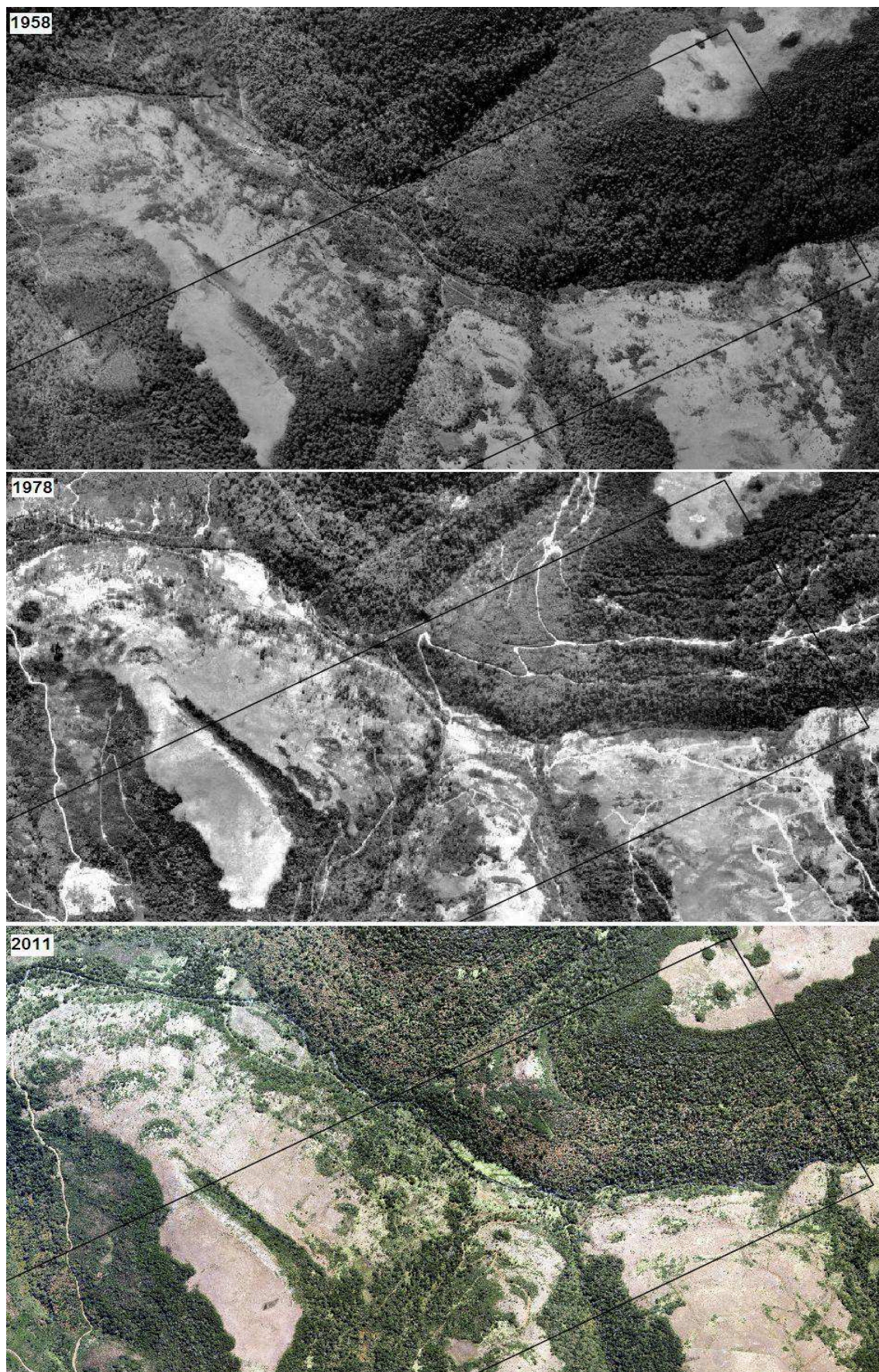


Figura 37: Imagem ampliada mostrando a evolução da cobertura da terra e vias de acesso no nordeste do módulo de pesquisa, entre os anos de 1958 e 2011.

Na figura 38, é possível visualizar a evolução das respectivas classificações de cobertura da terra entre os anos de 1958 e 2011. Como o demonstrado nesta figura, o módulo de pesquisa teve aproximadamente 150 ha de sua área explorados, entre os anos de 1958 e 1978. Entre os anos de 1978 e 2011, houve uma regeneração de aproximadamente 70 ha dessa área explorada, ou seja, foi identificada como FOM e novamente como capões em 2011. Esta regeneração corrobora com o fato, de que em 1958 foram identificados 337 ha de FOM; em 1978, 185 ha; e em 2011, 254 ha. Isto leva a inferir que está havendo recuperação da vegetação na área, referente a exploração entre os anos de 1958 e 1978.

Das áreas do módulo que sofreram exploração, quase sua totalidade foi na FOM, daí o nome de FOM explorada. Não é possível identificar elementos característicos de exploração nas áreas de campo, e em apenas uma parte da vegetação de Campos com capões foi identificado exploração.

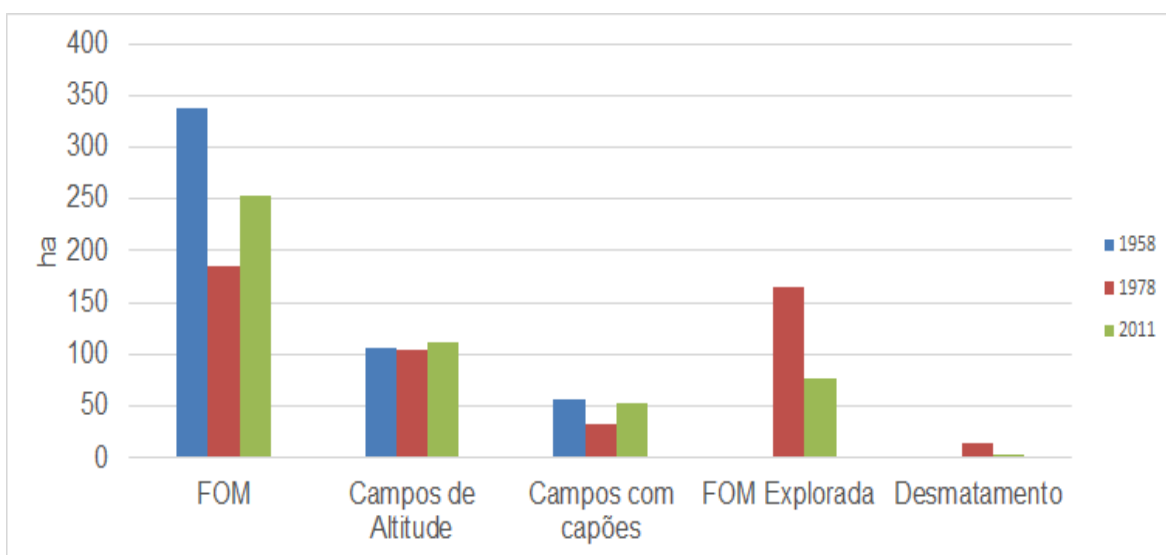


Figura 38: gráfico mostrando a evolução das classes de cobertura da terra, no módulo de pesquisa, entre os anos de 1958 e 2011.

Os Campos de Altitude praticamente não sofreram alterações na sua área entre os anos de 1958 e 2011, permanecendo estáveis no interior do módulo de pesquisa. A área de Campos de Altitude variou em média 5 ha entre os três anos, e manteve-se aproximadamente entre 108 ha.

Os Campos com capões, encontrados na porção nordeste do módulo de pesquisa, tiveram sua vegetação alterada entre os anos de 1958 e 1978. Assim

como a delimitação para sua classificação, a interpretação para classificar áreas de capões que foram exploradas ou desmatadas também foi complexa. Uma parte da área de capões que teve sua textura alterada entre 1958 e 78, foi classificada como FOM explorada em 1978, devido a difícil delimitação e o fato de ser uma alteração pontual, ou seja, foi apenas uma área, de Campos com capões, explorada em todo o módulo.

Verificou-se que aproximadamente 25 ha da vegetação de Campos com capões foi removida entre os anos de 1958 e 1978, como mostra a figura 37 para o ano de 1978, sendo classificada como desmatamento. Em 2011 essa área foi novamente classificada como capões, mostrando que houve regeneração da vegetação entre 1978 e 2011, praticamente ao seu estado original de 1958.

Para a imagem de 1958, não foi possível identificar áreas de exploração ou desmatamento, pois não havia imagem de ano anterior para realizar esta análise.

CONCLUSÃO

A dificuldade de identificar pontos de controle de terreno homólogos, entre as aerofotos e o mosaico de ortofotos, interferiu significativamente na precisão das imagens;

A classificação da cobertura da terra em ambiente SIG deve ser concomitante à verificação das classes em campo, pois muitas vezes a interpretação das imagens pode ser subjetiva, e a falta dessa verificação repetidas vezes prejudicou a identificação das classes;

Entre 1958 e 1978 foi possível perceber claramente a exploração madeireira na área de estudo, assim como, a regeneração da vegetação entre 1978 e 2011;

O trabalho realizado em ambiente SIG, utilizando fotografias aéreas, atendeu aos objetivos de aquisição de conhecimento com ferramentas de geoprocessamento e geotecnologias;

A quantidade de trabalhos envolvendo a evolução da cobertura da terra no contexto do bioma Mata Atlântica é insuficiente, pois a maioria envolve o bioma Amazônico ou bacias hidrográficas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTÁGIO

O estágio realizado superou as expectativas. Pode-se dizer que foi um divisor de águas em questão de conhecimento, devido à busca constante de ferramentas de geoprocessamento, nunca antes utilizadas, para possibilitar a concretização dos resultados.

O primeiro contato com o SIG *Quantum gis* havia sido em dezembro de 2013, ao estagiar no setor de cartografia do INCRA, e apenas foram utilizadas algumas ferramentas básicas, com imagens de satélite, em um projeto que já estava em andamento. A experiência de iniciar um projeto individual sem conhecimento na área, e ter que buscá-lo por conta própria, fez perceber o quanto somos capazes de se esforçar para alcançar um objetivo almejado e uma meta proposta.

Durante o período de realização do estágio, não houve professores ou salas de aula, foi a primeira experiência de trabalho longe do amparo recebido na universidade, e apesar de, para muitos, ser o período onde o conhecimento teórico é colocado em prática, para mim foi principalmente o período onde o conhecimento teórico foi adquirido, pois trata-se de um conhecimento pouco explorado durante a graduação do curso de Agronomia da UFSC, como citado anteriormente na introdução do trabalho.

Para minimizar isto, pode-se buscar tal conhecimento em outras fontes, como a participação em projetos de pesquisa, estágios ou cursos extracurriculares. A motivação para essa busca talvez não seja despertada durante a graduação, em função da alta carga horária obrigatória nas disciplinas, obrigações acadêmicas e, talvez, pelo assunto não possuir o destaque merecido no curso de agronomia da UFSC, pois em outras Universidades, tais como a Esalq/USP, Universidade Federal de Goiás e a própria UFSC – campus Curitiba são ofertadas disciplinas obrigatórias neste campo do conhecimento. Deve-se destacar que, as diretrizes curriculares do MEC para o Curso de Agronomia, preveem esta área como um núcleo do conhecimento fundamental.

Em muitos momentos, a falta de experiência em geoprocessamento dificultou a análise das imagens e elaboração dos mapas temáticos, mas isto

serviu de estímulo para seguir com os trabalhos e superar estes desafios técnicos.

A Epagri/Ciram é uma empresa de pesquisa, com outros *softwares* de SIG disponíveis além do *Quantum gis*, que é livre e gratuito. Ao optar por utilizar este último, o desafio foi maior, visto que os pesquisadores possuem maior contato e experiência com *softwares* privados e licenciados pela Epagri, portanto foi necessário utilizar alguns recursos disponíveis para iniciar os trabalhos neste ambiente de SIG, como apostilas via *internet* em sites de outras universidades, tutoriais e vídeos no *youtube*.

Todas as adversidades e dificuldades encontradas serviram como demonstração do que pode ocorrer ao trabalhar em ambiente SIG dentro de uma empresa.

O estágio realizado foi de extrema importância, e a experiência vivida nos 3 meses dentro da empresa e nos 2 meses de dedicação à escrita do trabalho, foi repleta de agregação de conhecimento, que com certeza contribuiu com uma melhor preparação para iniciar o caminho de graduada e atingir os objetivos profissionais desejados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAN, N. **Uso, conhecimento local e caracterização morfológica de variedades de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kuntze., no Planalto Serrano Catarinense.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ANDERSON, P.S. **Fundamentos para fotointerpretação.** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1882.

ARNESEN, A.S. **6º Curso De Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica.** Instituto Çarakura, Florianópolis, 2010.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura.** 2 ed. Planaltina: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1998. P. 119-137.

BARBOSA, I. S. et al. **Evolução da cobertura vegetal e uso agrícola do solo no município de Lagoa Seca, PB.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n. 5, p. 614-622, 2009.

BITTENCOURT, R. **Distribuição da diversidade genética e estratégias para conservação de quatro espécies da Floresta Ombrófila Mista ameaçadas no Estado de Santa Catarina.** Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M. & GARRIDO, J. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by objected-oriented data modeling.** Computers & Graphics, 20: (3), 395-403, may/jun. 1996.

CAMPOS, S.P. de. **Planejamento agroambiental de uma microbacia hidrográfica utilizando um sistema de informações geográficas.** 2001. 137 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 640 p.

CARVALHO, M.M.X. **O Desmatamento das florestas de Araucária e o Médio Vale do Iguaçu: uma história de riqueza madeireira e colonizações.** Dissertação (Mestrado em História) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006. 202 p.

CARVALHO, M.M.X. **Uma grande empresa em meio à floresta: a história da devastação da floresta com araucária e a Southern Brazil lumber**

Colonization. (1870-1970). Tese. Programa de Pós-graduação em História. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

CARVER, A. J. **Fotografia Aérea para Planejadores de Uso da Terra.** Brasília: MA/SNAP/SRN/CCSA, 1981. 77 p.

CRUZ, Z. Q. **Mapeamento digital regional do uso e cobertura da terra em unidade de conservação a partir de imagens CBERS para apoio a gestão ambiental.** TCC de Engenharia Cartográfica. Departamento de Cartografia, UFRJ, 2008.

DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J.L.A.; OLIVEIRA, D. **Uma análise sobre a história e a situação das Unidades de Conservação no Brasil.** Conservação da Biodiversidade: Legislação e políticas Públicas. S.d.

EPAGRI – CIRAM (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Centro de Informações Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina). 2014. Acesso em 30 de mar. de 2014.

ESTEVES, C. M. P. **Evolução da criação dos Parques nacionais no Brasil.** TCC do Curso de Engenharia Florestal. Instituto de Florestas. UFRJ, 2006.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. **Plano de Manejo do Parque Estadual das Araucárias,** 2004.

FERNANDÉZ, G. A. V. et al. **Determinação de Sequências Culturais em microbacia hidrográfica para caracterização do fator C da EUPS, utilizando Fotografia aérea.** Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 63-67.

FERNANDES, L.A. **Parque Nacional de São Joaquim: caracterização básica.** IBAMA, Florianópolis, SC, 1996.

FILHO, J. C. A. **Floresta Estacional Semidecidual.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000qt7eon7i02wx7ha087apz2x2zjco4.html Acesso em 24 de jun, de 2014.

FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação.** Oficina de textos, São Paulo, 2008. 158 p.

FITZ, P.R. **Cartografia básica.** Oficina de textos, São Paulo, 2008. 142 p.

FORESTI,C.; HAMBURGUER, D.S. Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo do solo urbano. In: TAUKE, S.M.; GOBBI, N.; FOWLER, H.G. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.** São Paulo: UNESP/FAPESP, 1991. P. 115-120.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **A Mata Atlântica**. Disponível em <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>> Acesso em 15 de jun. de 2014.

GALINDO-LEAL, C.G.; CÂMARA, I.G.; **Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese** In: Galindo-Leal, C.G.; Câmara, I.G., 2005. Mata Atlântica: Biodiversidade, ameaças e perspectivas. Belo Horizonte: Conservação Internacional, p. 3-11, 2005.

GASPER, A.L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A.C.; UHLMANN, A.; LINGNER, D.V.; VERDI, M.; DREVECK, S.; SANTOS, A.S.; BROGNI, E.; SCHIMITT, R.; KLEMZ, G. **Inventário de *Dicksonia sellowiana* Hook. Em Santa Catarina**. Acta Botanica Brasilica 25(4): 776-784. 2011.

GOMES, M.A.M. **Caracterização da vegetação de campos de altitude em unidades de paisagem na região de campos dos padres, Bom Retiro/Urubici, SC**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 99 p. 2009.

GOMES, M.P.; AGUIAR, M. C. 2005. **Noções Básicas sobre Geoprocessamento**. Sistema Integrado de Alertas de Desmatamentos. UFG. Disponível em <<http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/agrimensura/files/2013/04/No%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas-Sobre-Geoprocessamento.pdf>> Acesso em 17 de jun. de 2014.

GUERRA, M.P. et al. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L.L.; LINO, C.F. (org.). **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: Editora SENAC, p. 85-101, 2002.

IBAMA. Unidades de Conservação Federais em Santa Catarina. Florianópolis: IBAMA (SUPES/SC), Núcleo de Educação Ambiental.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Noções Básicas de Cartografia**. Manuais Técnicos em Geociências, n. 8. Rio de Janeiro, 1999.

ICMBio - MMA – (Instituto Chico Mendes de Biodiversidade - Ministério do Meio Ambiente), 2014. Disponível em www.icmbio.gov.br Acesso em 17 de jun. de 2014.

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina. 2010. **Parte 1: Sensoriamento Remoto, Imagens Não orbitais**. Departamento Acadêmico da Construção civil, Curso técnico de Geomensura.

KLABUNDE, G.H.F. **Análise filogeográfica entre populações de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze em sua área de distribuição natural**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

KLEIN, R.M. **Flora Ilustrada Catarinense: Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. 24 p., Itajaí, 1978.

KOCH, Z; CORRÊA, M.C. **Araucária: a floresta do Brasil Meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002, 148 p.

LESSA, L. G. F.; LIMA, S.L.; ZIMBACK, C.R.L. **Análise multitemporal das perdas de solo por voçorocas, da sub-bacia Ribeirão das Bicas – Botucatu/SP, através de geoprocessamento e sensoriamento remoto**. *Ener. Agric.*, Botucatu, vol. 22, n. 1, 2007, p.61 a 74.

LOCH, R. E. N. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006. 313 p.

MARCHETTI, D. A. B. & GARCIA G. J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo: Nobel, 1978.

MANTOVANI, M. **Caracterização de Populações Naturais de Xaxim (*Dicksonia sellowiana* (PRESL.) HOOKER), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de Santa Catarina**. 2004, 105 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MARINO, T. B. **Representação de dados espaciais: Raster x Vetor x TIN**. Disponível em <http://www.ufrj.br/lga/tiagomarinouaulas/5%20-%20Representacao%20de%20Dados%20Espaciais%20-%20Raster%20x%20Vetor%20x%20TIN.pdf>. Acessado em 20 de junho de 2014.

MATTOS, J.R. **O Pinheiro Brasileiro**. Florianópolis: UFSC, 2011.

MEDEIROS, A. 2014. **Anderson Medeiros: Consultor em Geotecnologias**. Disponível em < <http://andersonmedeiros.com/aprender-a-usar-o-quantum-gis/>> Acesso em 17 de jun. de 2014.

MEDEIROS, V.A.F. de; SOUZA, J.P. da. **Fotografias aéreas versus Imagem de Satélite. Qual a melhor opção visando obter precisão e redução de custos**. Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2008.

MENEGUEL, C. A. & ETCHEBEHERE, M. L. C. **Parques Nacionais do Brasil e a prática de Turismo Sustentável**. *Revista Hospitalidade*. São Paulo, v. VIII, n. 1, p. 78-94, jan.-jun. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>> Brasília. Acesso em 15 de jun. de 2014.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Viçosa: Ed UFV, 2011.

NASCIMENTO, C.D. **Desenvolvimento do setor medeireiro no município de Canoinhas (SC), período 1940 a 2007**. Dissertação (mestrado em Desenvolvimento Regional) Universidade do Contestado. Canoinhas, SC, 2009. 97 p.

NOGUEIRA-NETO, P. Proteção à Biodiversidade na federação brasileira após a Rio 92 In: CORDANI, U.G. et al. **Rio 92 cinco anos depois: Avaliação das Ações Brasileiras em direção ao Desenvolvimento Sustentável cinco anos após a Rio 92**. São Paulo. Alphagraphics, p. 150-180, 1997.

PACIEVITCH, T. 2014. **Floresta Ombrófila**. Disponível em <http://www.infoescola.com/biomas/floresta-ombrofila/> Acesso em 24 de jun. de 2014.

PATREZE, C.M. **Análise molecular da diversidade genética em uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, 127 p. 2008.

PEREIRA, L. H. & PINTO, S. A. F. **Utilização de Imagens aerofotográficas no mapeamento multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Rio Corumbataí – SP, com o suporte de sistemas de informações geográficas**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1321-1328.

PILLAR, V.D.; MULLER, S.C.; CASTILHOS, Z.; & JACQUES, A.V.A. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. V.1. Brasília, Ministério do Meio Ambiente**. 2009.

PPBio – **Programa de Pesquisa em Biodiversidade**. Disponível em <http://ppbio.inpa.gov.br/> Acesso em 31 de abr. de 2014.

PRATES, A.M.M.; MANZOLLI, J.I.; MIRA, M.A.F.B. **Geografia física de Santa Catarina. Florianópolis**. Ed. Lunardelli, 1989. 112 p.

QUANTUM GIS. **Manual do Usuário: Versão 1.4 “Enceladus”**. Disponível em < http://portal.mda.gov.br/terralegal/pages/download/file/qgis-1.4.0_manual_do_usu%C3%A1rio_0.1c.pdf> Acesso em 17 de jun. de 2014.

RANIERI, S.B.L. **Avaliação de modelos matemáticos (USLE e WEPP) para a determinação da erosão do solo em uma bacia hidrográfica no município de Piracicaba – SP**. 2000. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

REIS, M.S.; MARIOT, A.; CONTE, R.; GUERRA, M.P. Aspectos do manejo de recursos da Mata Atlântica no contexto ecológico, fundiário e legal. In: SIMÕES, L.L.; LINO, C.F. **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2002. P. 159-171.

ROSTÁGNO, L. S. C. & BAHIA V. G. **Utilização de fotografias aéreas no Levantamento do Meio Físico, Visando o Planejamento Conservacionista**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.19, n.191, p. 39-45, 1998.

SALVADOR, C.; DA RÉ, M. **Avaliação Preliminar dos Remanescentes de Floresta de Araucária potenciais para estratégias de conservação no estado**

de Santa Catarina. In: Anais do 3º Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Rede nacional Pró Unidades de Conservação, 2002. Fortaleza. Fundação O Boticário de Proteção a Natureza. Associação Caatinga, p. 639-648.

SANTIAGO & CINTRA. 2014. **Erdas imagine.** Disponível em <<http://www.sccon.com.br/erdas-imagine.html>> Acesso em 17 de jun. de 2014.

SOARES, P. C. & FIORI, A. P. **Lógica e Sistemática na análise e Interpretação de fotografias aéreas em geologia.** Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, 36(258-259): 35 – 39, jul / dez, 1978.

SANTIAGO, A. C. & JUNIOR, L. H. **Noções de Fotointerpretação.** Campinas: Serviço de Comunicação Rural, 1969.

SANTOS, A. A. **Parques Nacionais Brasileiros: relação entre Planos de Manejo e atividade ecoturística.** Revista Brasileira de Ecoturismo, São Paulo, v.4, n.1, 2011, pp.141-162.

SANTOS, R. A. G. MOURA, M.A.L.; AMORIM, R.F.C.; CAVALCANTE, L.P. **Avaliação e Caracterização da Temperatura do Solo em Relação ao saldo de Radiação dentro de uma floresta de Mata Atlântica em Coruripe – Alagoas.** Revista Brasileira de Geografia Física 04 (2012) p. 923-936.

SOUZA, B. **Aspectos Fitogeográficos do Parque nacional de São Joaquim.** TCC de Geografia. Centro de Ciências da Educação. UDESC, 2004.

VEGETAÇÃO DO BRASIL. 2014. **Floresta Estacional Decidual.** Disponível em <http://vegetdobrasil.blogspot.com.br/2010/04/floresta-estacional-decidual.html> Acesso em 24 de jun. de 2014.

WISE TRAINING. 2014. **Sistema de Informação.** Disponível em <<http://wisetraining.com.br/geoprocessamento-quantum-gis.html>> Acesso em 17 de jun. de 2014.