

MEDIÇÕES DE ÁREAS POR FOTOGRAFIAS AÉREAS, EM ESCALA NOMINAL, COMPARADAS COM A ÁREA OBTIDA EM FOTOS COM ESCALAS CORRIGIDAS POR MEIO DE UM SIG¹

ELVIO GILBERTO DA SILVA²; ZACARIAS XAVIER DE BARROS³ & SÉRGIO CAMPOS⁴

RESUMO: O desenvolvimento da agricultura e o uso da terra de maneira não somente a protegê-la contra alterações superficiais provocadas pela ação constante dos fenômenos naturais, mas também a desenvolver aos poucos sua capacidade produtiva, requer um cuidadoso planejamento inicial. Para que o mesmo seja efetivo e eficiente, é necessário que se tenha acesso as informações corretas e detalhadas, as quais podem estar disponíveis em imagens aéreas de sensoriamento remoto. O uso das fotografias aéreas verticais dentre os produtos do sensoriamento remoto, se tornou cada vez mais frequente nos projetos de levantamentos, planejamentos e explorações do solo, principalmente porque substitui com vantagens outras bases cartográficas. A riqueza de detalhes que oferece, elimina as dificuldades de acesso em áreas inacessíveis, bem como facilita a visão tridimensional, por aumentar o rendimento e a precisão do mapeamento, por meio da combinação dos trabalhos de campo e laboratório, com o estudo de interpretação fotográfica. Este trabalho utilizou-se de fotografias aéreas pancromáticas nas escalas nominais 1:25000 (1962), 1:45000 (1977) e coloridas na escala nominal aproximada de 1:30.000, provenientes do levantamento aerofotogramétrico efetuado no ano de 2005. Objetivou mostrar através da utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) a possibilidade de realizar uma análise mais completa e segura de valores de área, obtidos diretamente nas fotos sem correções de escala, e posteriormente compará-los com os valores de área obtidos de fotografias aéreas com escalas corrigidas, tendo como referência a carta do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo, resultando num coeficiente de erro que mostra as diferenças das áreas através dos 2 métodos de estudo propostos. Considerando as fotografias aéreas nas três épocas: 1962, 1977 e 2005, pode-se afirmar que as imagens do ano de 2005 apresentaram menores valores de diferença de área (43,48 hectares) em relação aos valores de área determinados na carta referência. As imagens coloridas do ano de 2005 facilitaram a fotointerpretação da paisagem, tornando mais seguro o traçado dos confrontantes e conseqüentemente oferecendo maior precisão na tomada dessas divisas.

Palavras-chave: Fotografias aéreas, sistema de informação geográfica, medições de área.

¹ Parte da Tese defendida no Programa de Pós-Graduação em Agronomia Energia na Agricultura.

² Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura, FCA/UNESP – Botucatu/SP Brasil, Professor Universitário, USC – Bauru/SP – Brasil, egilberto@uol.com.br

³ Orientador e Docente do Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil zacariasxb@fca.unesp.br

⁴ Co-orientador e Docente do Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil, seca@fca.unesp.br

AREA MEASUREMENT BY AERIAL PHOTOGRAPHS, IN NOMINAL SCALE, COMPARED TO OBTAINED AREA IN PHOTOS WITH CORRECTED SCALES BY A GIS.

SUMMARY: *Land use management has becoming a very important activity. Aerial photo interpretation is a basic resource and constitutes in a technique which enables infinite refining. Agricultural development and land use require a careful initial planning in order not only to protect them against superficial changing provoked by natural phenomenon but also to gradually develop its productive capacity. For the efficiency of land management, it is necessary to access correct and detailed information which can be available through aerial images of remote sensing. The use of vertical aerial photography through Remote Sensing has become more common in boundary survey projects, management and exploration, mainly because it substitutes, with lots of advantage, for cartographic bases, besides offering detailed characteristics, eliminating access difficulties in inaccessible areas, as well as facilitating a tridimensional view once it increases map efficiency and accuracy by combining field and laboratory work with photography interpretation. This work, using panchromatic aerial photography in nominal scale 1:25000 (1962), 1:45000 (1977), and approximate nominal scale of 1:30.000, originating from aerial survey obtained in 2005, aimed at showing through the Geographic Information System (GIS) the possibility of developing a more complete and accurate analysis of the area values, obtained directly from photos without scale correction, and after comparing it with area values obtained from aerial photography with correct scale referred in IGC (Brazilian Cartography and Geography Institute) guidelines, resulting in an error coefficient which shows area differences through two proposed study. Considering the aerial photography in three different years: 1962, 1977 and 2005 it is possible to affirm that the 2005's images presented lower values of area difference (43, 48 square meters) than determined area values in reference chart and the 2005's colored images has facilitated the photo interpretation of the landscape, becoming accurate the confronting traces and among land owners and consequently offering precision during land marking.*

Keywords: *Aerial Photography, Geographic Information System, Area Measurement.*

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento e a utilização dos recursos naturais, humanos e econômicos de uma região ou de um país, são de fundamental importância no que diz respeito ao seu desenvolvimento. O planejamento do uso da terra tem se tornado cada vez mais uma importante atividade.

As primeiras classificações de uso da terra baseavam-se em trabalhos de campo. Posteriormente, a partir de década de 50, um grande número de pesquisadores em várias partes do mundo têm se dedicado à identificação detalhada de culturas agrícolas em fotografias aéreas. A interpretação de fotografias aéreas é um recurso básico e constitui uma técnica capaz de refinamentos diversos.

O desenvolvimento da agricultura e o uso da terra de maneira não somente a protegê-la contra alterações superficiais provocadas pela ação constante dos fenômenos naturais, mas também a desenvolver aos poucos sua capacidade produtiva, requer um cuidadoso planejamento inicial. Para que o mesmo seja efetivo e eficiente, é necessário que se tenha acesso a informações corretas e detalhadas, as quais podem estar disponíveis em imagens aéreas de sensoriamento remoto.

O uso das fotografias aéreas verticais dentre os produtos do sensoriamento remoto se tornou cada vez mais frequente nos projetos de levantamentos, planejamentos e explorações do solo, principalmente porque substitui com vantagens outras bases cartográficas, além da riqueza de detalhes que oferece, eliminando-se assim as dificuldades de acesso em áreas inacessíveis, bem como facilitando a visão tridimensional, por aumentar o rendimento e a precisão do mapeamento, por meio da combinação dos trabalhos de campo e laboratório, com o estudo de interpretação fotográfica.

É importante ressaltar as diferenças entre uma imagem de satélite e uma fotografia ou aerofotografia. A imagem de satélite é um arquivo de imagem obtido por sensoriamento remoto a partir de um satélite artificial. Já a fotografia aérea, em termos técnicos, é considerada como aquela obtida por meio de câmara aérea rigorosamente calibrada (com distância focal, parâmetros de distorção de lentes e tamanho de quadro de negativo), montada com o eixo óptico da câmara próximo da vertical em uma aeronave devidamente preparada e homologada para receber este sistema.

A fotografia aérea é o produto de uma perspectiva ou projeção cônica, que na foto (bidimensional) torna as características de uma projeção central. Segundo Amorim (2000), a fotografia aérea tem tido um papel fundamental na produção de mapeamentos em toda a superfície terrestre. Para Orth et al. (2000), as fotografias aéreas provenientes de levantamentos fotogramétricos, são utilizadas preferencialmente para o levantamento de grandes áreas urbanizadas e seu mapeamento: relevo, ruas, edificações, vegetação, corpos hídricos, etc.

A fotografia aérea é uma perspectiva geometricamente relacionada com o tipo de câmara usada. Ela pode ser ou uma fotografia vertical, tirada com o eixo da câmara apontado para baixo (ponto nadir; extremidade inferior de uma direção que coincide com a linha de gravidade) essencialmente na vertical, ou uma fotografia oblíqua, tirada com o eixo da câmara propositalmente inclinado em relação à vertical do lugar (linha de gravidade).

Os fatores que afetam a imagem fotográfica podem ser divididos em dois grupos:

- Influenciados pelo ser humano, tais como a distância focal da lente, altura do voo, combinações de filmes, filtros e ângulo da lente;
- Influenciados pela ação da natureza, por exemplo, a cor dos objetos fotografados, posição de um objeto com respeito ao ângulo de incidência do sol, bruma atmosférica entre outros.

Dentro de critérios gerais, pode-se considerar que a fotografia aérea é útil para dois propósitos vitais: fotointerpretação e fotogrametria. Se observarmos uma fotografia aérea e seu par estereoscópio, o valor da informação pode ser de grande interesse para um campo particular de estudo, como por exemplo, a fotointerpretação da cobertura vegetal da área a ser estudada como os elementos picturais: textura, forma, tamanho e dimensões.

Com base nestes critérios, Koffler (1976) cita que as fotografias aéreas são, para muitos estudiosos, um dos mais importantes produtos de sensoriamento remoto, pois apresentam um melhor nível de detalhes, enquanto a imagem de satélite (LANDSAT-5), devido a sua menor resolução, perde a riqueza de detalhes.

Neste trabalho utilizaram-se fotografias aéreas pancromáticas nas escalas nominais 1:25000 (1962), 1:45000 (1977) e coloridas na escala nominal aproximada de 1:30.000, provenientes do levantamento aerofotogramétrico efetuado no ano de 2005, tendo como objetivo mostrar através da utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) a possibilidade de realizar uma análise mais completa e segura de valores de área obtidos diretamente na foto sem correções de escala e posteriormente, compará-los com os valores de áreas obtidos de fotografias aéreas com escalas corrigidas, tendo como referência a carta do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

2.1.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo abrange as Fazendas Lageado e Edgardia, de propriedade da UNESP situadas no Município de Botucatu, região Centro-Oeste do Estado de São Paulo. Esta área localiza-se entre as coordenadas planas UTM Fuso 22, 762 Km a 770 Km e de 7.478 Km a 7.468 Km.

O município de Botucatu está localizado na região central do Estado de São Paulo, ocupando área territorial de 1.522 Km², distando 200 Km em linha reta da capital do Estado e 898 Km da Capital Federal. Botucatu é o 4º município do Estado em área territorial.

A Fazenda Lageado, objeto de estudo deste trabalho está situada na face fisiográfica denominada reverso da “cuesta”. Assim como a fazenda Edgardia comporta as faces “Depressão Periférica” e “Front da cuesta”, com altitude variando de 492 a 833m.

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas as cartas de numeração SF-22-Z-B-VI-3-NO-F chamada Botucatu II, e a carta denominada Fazenda Lageado, sob número SF-22-Z-B-VI-3-NO-D.

2.1.2 Aerofotos Utilizadas

Neste trabalho foram utilizadas as seguintes aerofotos: Fazenda Lageado e Edgardia, ano de 1962, faixa 6: fotos 2948, 2949 e 2950; faixa 7b: fotos 3158, 3159 e 3160, pancromáticas e com escala nominal aproximada 1:25000; Fazenda Lageado e Edgardia, ano de 1977, faixa 4B: fotos 125, 126 e 127 com escala nominal aproximada 1:45000 e Fazenda Lageado e Edgardia, ano de 2005, faixa 6: fotos 8634, 8635 e 8636, coloridas e com escala nominal aproximada 1:30000.

2.1.3 Levantamento de Campo

Foi utilizado um receptor GPS de navegação da marca Garmin, Geko 2001, para dirimir possíveis dúvidas com relação a pontos pouco visíveis nas imagens aéreas.

2.1.4 Equipamentos de Informática

Neste trabalho foi utilizado um computador da HP COMPAQ modelo Presario C700, com processador Intel Core 2 Duo, 2GB de memória RAM, HD SATA 120GB, com sistema operacional WINDOWS VISTA HOME BASIC.

2.1.5 Aplicativos Computacionais

O software AutoCAD Map 3D 2009, da empresa Autodesk, foi utilizado como ferramenta de apoio para visualização e coleta de informações nas fotografias aéreas, enquanto que os softwares IDRISI 15.0 The Andes Edition e ARC VIEW 3.2 foram utilizados para quantificação da área.

2.1.6 AutoCAD Map 3D 2009

O software AutoCAD Map 3D 2009 é uma plataforma muito utilizada na digitalização de dados espaciais. O AutoCAD Map 3D 2009 serviu como ponte entre CAD e SIG por oferecer acesso direto aos dados, independentemente de como são armazenados, e permite o uso de ferramentas de software AUTO-CAD para manter uma ampla variedade de informações geoespaciais.

Esse software preenche a lacuna entre os sistemas CAD e GIS, por ser conhecido pelos usuários de engenharia e CAD, além de oferecer a funcionalidade necessária aos profissionais de planejamento e SIG.

2.1.7 IDRISI e ARCVIEW

Os softwares de Informações Geográficas IDRISI (Sistema de Informações Geográficas) e ARCVIEW foram utilizados no processamento das informações georreferenciadas e extração das medidas de áreas.

2.2 Métodos

Preliminarmente, foram tomadas as coordenadas UTM (latitude e longitude) nas cartas planialtimétricas 1:10.000 referente às Fazendas Lageado e Edgardia. Foi utilizado o método da quadrícula, sendo a área de estudo dividida em células quadradas de 500m², levando-se em consideração as respectivas escalas das cartas.

Vale salientar que apesar da boa qualidade das cartas planialtimétricas, vários pontos de divisa apresentaram dúvidas quanto a sua correta localização, fato este que mostrou a necessidade de visitas a campo munido de um receptor GPS de navegação a fim de determinar os pontos de difícil localização nas cartas.

O respectivo perímetro das fazendas foi obtido estereoscopicamente tendo como base fotografias aéreas verticais nas escalas nominais aproximado 1:25000 (1962), 1:45000 (1977), sendo as imagens obtidas em tons de cinza, ou seja, pancromáticas. Sendo ainda utilizadas fotografias aéreas verticais coloridas referentes ao ano de 2005, na escala nominal aproximada 1:30000.

2.2.1 Processo de Tratamento da Imagem

Para iniciar o processo de tratamento da imagem do perímetro das fazendas obtidas nas cartas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC), o AutoCAD Map 3D 2009 foi inicializado.

As cartas foram inseridas, em formato digital no AutoCAD Map 3D como uma imagem raster. Este procedimento foi necessário para obter a região de interesse de estudo e ocorreu da seguinte forma: Primeiro criou-se uma camada (layer) de desenho para cada carta.

Na sequência, ativou-se a camada da carta a ser introduzida e inseriu-se a carta no AutoCAD Map 3D 2009 através do comando: “INSERT → RASTER IMAGE REFERENCE”.

A carta precisa ser alinhada com a linha norte-sul da quadrícula. Para isso, utilizou-se o comando ALIGN. Assim, a carta ficou alinhada e com a escala correta. Porém, apesar de a carta estar alinhada e com a escala correta, ela possui erro, chamado de “distorção”, devido ao fato de que a carta é a representação em duas dimensões de um objeto de três dimensões. As distorções de imagem foram corrigidas por intermédio do próprio software AutoCAD Map 3D 2009, utilizando-se a ferramenta RUBBER SHEET. O procedimento ocorreu da seguinte maneira: Coletaram-se os pontos de controle do cruzamento (cruzamento das coordenadas UTM); em seguida, inseriu-se a coordenada UTM real no software e, automaticamente, o programa ajustou a carta posicionando os pontos nos lugares corretos, tirando assim as distorções apresentadas.

É importante ressaltar que nas cartas Botucatu II e Fazenda Lageado, foram escolhidos diversos pontos (latitude e longitude – Cartas do IGC) localizados na divisa da propriedade Fazenda Lageado e Edgardia. Esses pontos foram utilizados como base para traçar o polígono que delimitou a área de estudo. O mesmo processo foi realizado com a Carta Botucatu II, por conter partes das fazendas em estudo.

Foram criadas novas camadas para a delimitação das divisas. Os pontos colhidos nas Cartas Topográficas (e com o auxílio de um receptor GPS) foram inseridos nas Cartas.

Depois de inseridos os pontos, a divisa foi delimitada por uma linha vermelha. Em seguida foi calculada a área por meio da ferramenta AREA, selecionando o polígono obtido (clicando no objeto, no caso o polígono) e, o programa forneceu a área e o perímetro permitindo ser configurado o número de casas decimais.

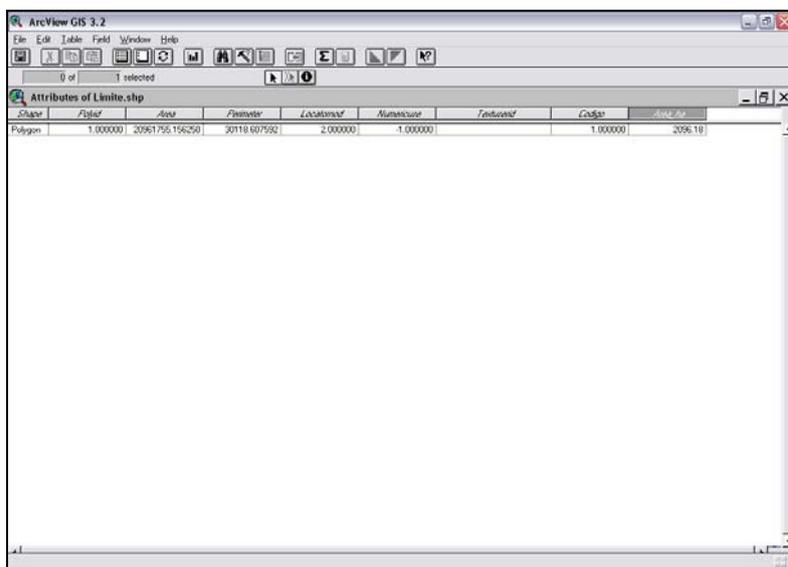
2.2.2 Cálculo de Área e Perímetro das Fazendas, obtido nas Cartas Utilizando o software ArcView GIS 3.2

Inicialmente foi introduzido no *software* ArcView a área em estudo. Neste caso, o mapa das Fazendas Lageado e Edgardia (gerado no AutoCAD com base nas latitudes e longitudes presentes na divisa das fazendas) foi exportado para o formato compatível com o ArcView.

O passo seguinte foi selecionar a operação a ser realizada pelo software. Por isso a opção “Calculate on a Feature” (“Calcule uma Característica”) foi selecionada. Como a operação desejada é o Cálculo de Área, a opção “Limite.shp” foi selecionada.

Ainda nesta mesma operação selecionou-se a opção “Perimeter”, para que também fosse efetuado o cálculo do Perímetro.

A Figura 1 ilustra os resultados do cálculo da Área e do Perímetro.



The screenshot shows the ArcView GIS 3.2 interface with the 'Attributes of Limite.shp' table open. The table contains the following data:

Shape	Field1	Area	Perimeter	Location	Altitude	Temperature	Code	Area_A
Polygon	1.000000	20961758.156250	30118.607592	2.000000	-1.000000		1.000000	2096.18

Figura 1 – Apresentação dos resultados dos cálculos de Área e Perímetro.

2.2.3 Cálculo de Área e Perímetro das Fazendas, obtidos nas Cartas Utilizando o software IDRISI 15.0

O primeiro passo foi importar do arquivo de imagem que estava em formato “DXF” para o formato vetorial “VCT”, formato este reconhecido e usado pelo software de processamento de imagens Idrisi.

Antes de selecionar o método apropriado de conversão, foi necessário buscar (carregar) o arquivo onde estava armazenada a imagem. Depois de indicado o arquivo e o método de importação, clicou-se no botão “Next” para se passar à próxima etapa.

Para confirmar a conversão, selecionou-se a opção “DXF to Idrisi”. Na Figura 2 é possível perceber o arquivo já importado e em formato vetorial.

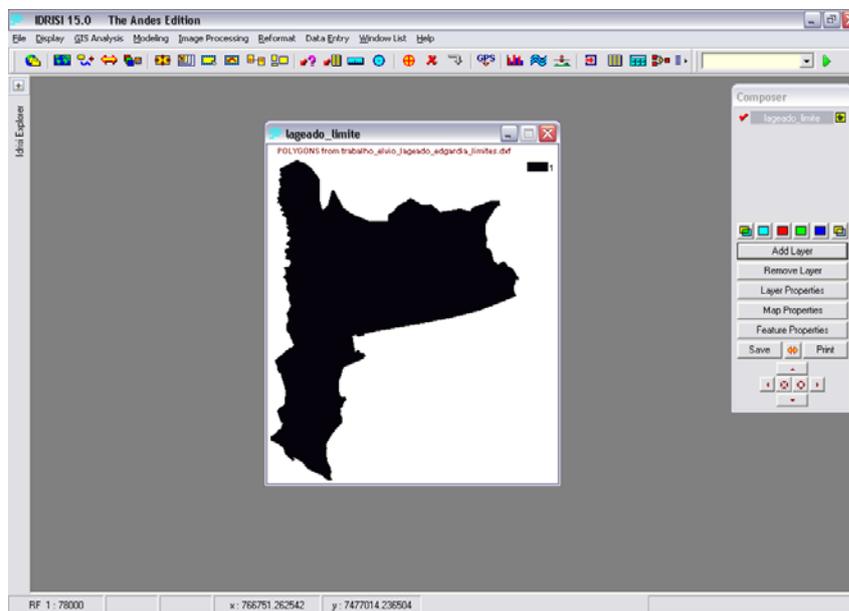


Figura 2 – Figura importado pelo IDRISI.

O passo seguinte foi converter a imagem de vetorial para raster (imagem com atributos zero). A seguir definiram-se os parâmetros que formaram a matriz, tais como: Número de linhas e colunas que iriam compor a imagem; Unidade de referência em Metros; Sistema de referência UTM-22 etc.

Foi realizada a conversão do arquivo vetorial para o formato raster, selecionando-se o polígono vetorial e a matriz. No formato “RST”, a imagem foi armazenada no Idrisi como uma coleção de códigos de atributo numérico dispostos em formato raster, ou seja, os valores de atributo representados por pixels.

Para se efetuar o cálculo de área, acessou-se o Menu GIS ANALYSIS que se encontra na barra de Menus, opção Database Query → AREA foi selecionada e, a caixa de diálogo “AREA – area calculation” foi exibida. Neste momento definiu-se a unidade de medida para o cálculo de área, escolhendo-se “hectares”.

A Figura 3 ilustra o resultado final, ou seja, a área calculada em hectares, sendo que a categoria “0” (zero) representa a área total da imagem e a “1” (um) a área útil quantificada. A área total é a área do retângulo envolvente, isto é, a área total da matriz (tudo que está com valor zero). A área útil é a área de interesse (área interna do limite = 1). O valor externo é sempre desconsiderado no momento da quantificação de áreas, por não ser significativo.

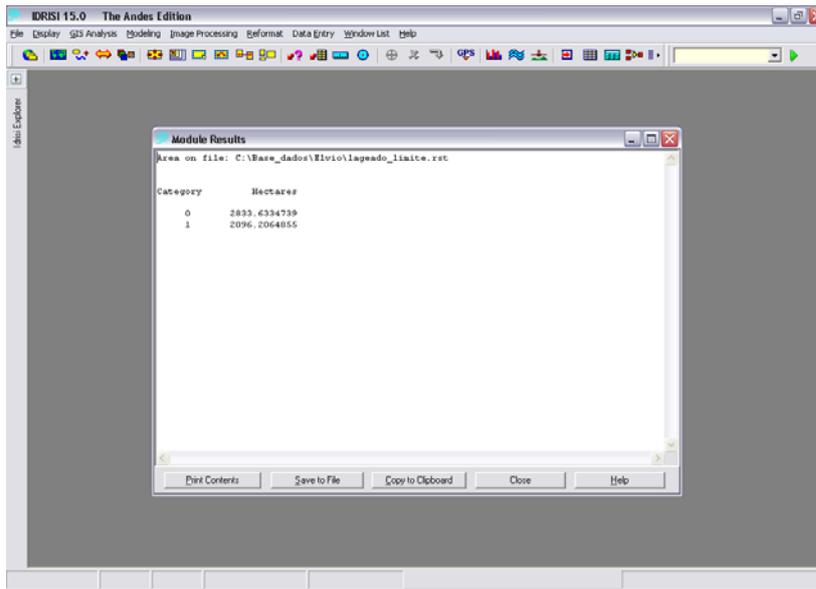


Figura 3 – Área calculada em hectares pelo IDRISI.

A Figura 4 ilustra basicamente o mesmo processo realizado anteriormente; porém, o cálculo efetuado neste momento foi o cálculo do perímetro, observando que a unidade de medida selecionada desta vez foi “metros”.

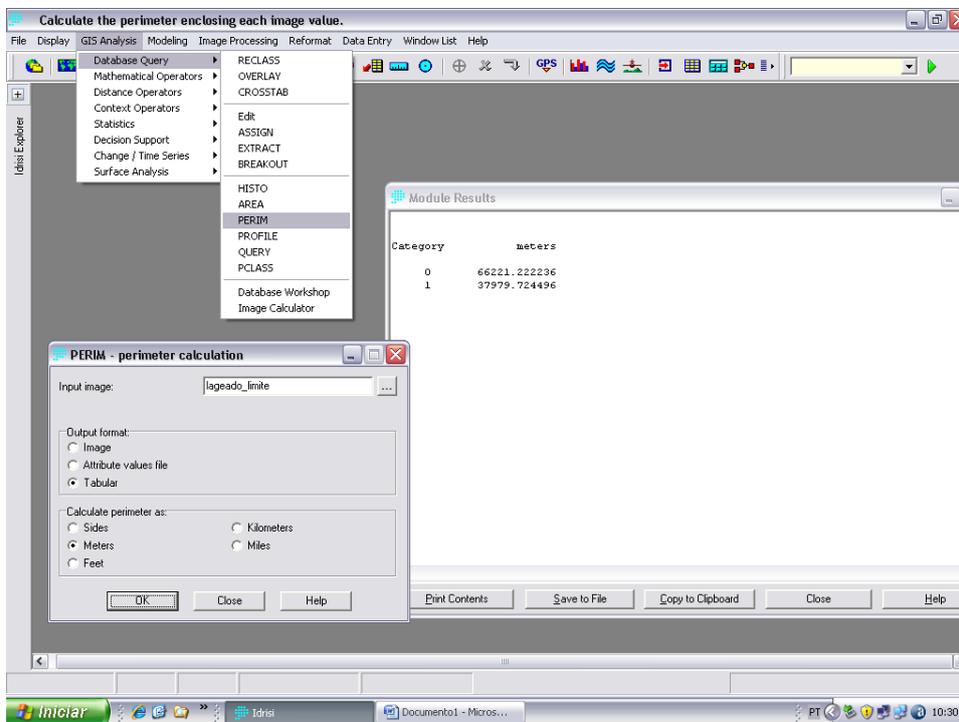


Figura 4 – Cálculo do perímetro realizado pelo IDRISI.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aquisição de dados relacionados às grandezas angulares e lineares para fins de levantamento planimétrico e ou planejamento em propriedades no meio rural, independente do seu tamanho torna-se cada vez mais importante. Neste levantamento ou planejamento, deve-se considerar todas as variáveis envolvidas, onde as informações topográficas e cartográficas, obtidas diretamente em campo ou por meio de levantamentos aerofotogramétricos estejam interligadas por coordenadas geográficas, surgindo com isso a necessidade da produção de cartas ou mapas confiáveis para facilitar a elaboração de projetos.

A precisão de um levantamento seja planimétrico, altimétrico ou aerofotogramétrico será sempre uma preocupação observada na construção de uma representação de parte da superfície terrestre, e consequentemente, da projeção ortogonal a ser utilizada, não importando se as ferramentas utilizadas são tradicionais ou de última geração.

Analisando os valores de área obtidos das Fazendas Lageado e Edgardia, tendo como referência a carta do IGC, fornecidos pelos SIGs, ARCVIEW e IDRISI, (Tabela 1) constata-se que a área calculada por meio do ARCVIEW resultou em 2096,18 ha enquanto que a área das mesmas fazendas por meio do IDRISI apresentou um valor de 2096,21 ha.

Tabela 1 - Valores de Área calculados pelo ARCVIEW e IDRISI.

	ARCVIEW	IDRISI	Dif. ha	Dif. Km	Dif. %
Área (ha)	2096,18	2096,21	0,03	-	0,001
Perímetro (Km)	30,12	37,09	-	6,97	23,14

Os valores de área observados na Tabela 1 não apresentaram diferença entre os aplicativos, certamente devido aos procedimentos na obtenção e inserção das latitudes e longitudes respeitarem as particularidades de cada um dos softwares em questão. Ainda conforme a Tabela 1 constata-se que o perímetro das fazendas varia de 30,12 Km quando calculado pelo ARCVIEW, a 37,09 Km quando calculado pelo IDRISI, representando 6,97 Km de diferença, ou seja, 23,14%, valor este considerado alto na determinação do perímetro de uma propriedade, uma vez, que pode estar influenciando no formato final da planta do referido imóvel, podendo assim, alterar a sistemática de planejamento interno de uma propriedade rural.

Tal variação pode estar ocorrendo devido ao modo de como os softwares geram as matrizes (imagens) para que seja realizado cálculo. O IDRISI faz o processamento dos dados na forma matricial, de modo que na quantificação os cálculos são feitos a partir dos pixels da imagem. Já no caso do ARCVIEW, os dados são quantificados em formato vetorial, evitando assim aquelas "rebarbas" dos pixels, visto que a

topologia é do tipo pontos, linhas e polígonos. A Figura 5 ilustra a forma como cada um dos SIGs trata a imagem.

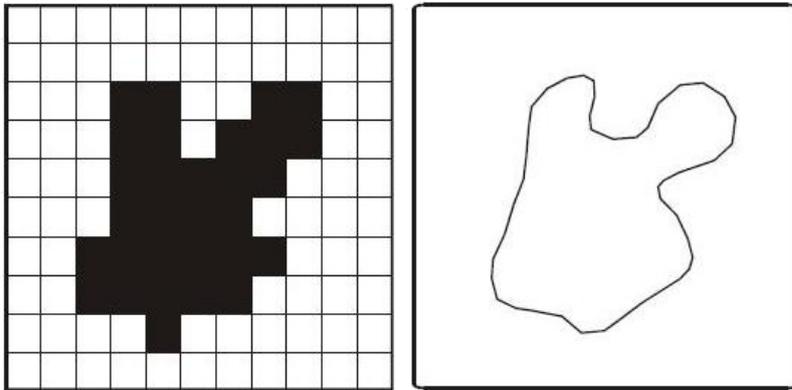


Figura 5 – Representação raster (à esquerda) e vetorial original (à direita) de um mesmo objeto.

Fonte: Congalton, 1992

Nas Figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11 estão representadas as plantas planimétricas das fazendas Lageado e Edgardia obtidas, utilizando-se de fotografias aéreas referentes aos anos de 1962, 1977 e 2005 respectivamente. Analisando-se as referidas Figuras obtidas por meio das fotografias e as obtidas pelas Cartas, por meio dos SIGs, Figuras 35 e 47, constata-se que as mesmas não apresentavam diferenças visuais notáveis, mostrando com isso que o traçado das divisas obtidas das referidas fazendas nas fotografias estavam em concordância com as obtidas das cartas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo, juntamente com visitas a campo para levantar pontos duvidosos com a utilização do receptor GPS.

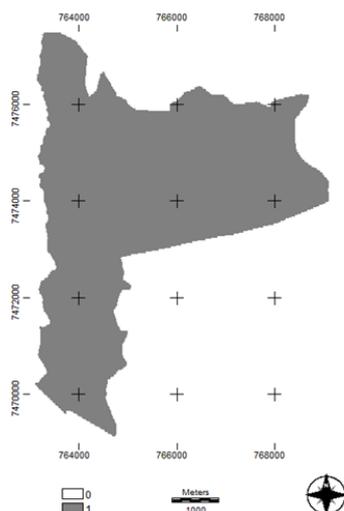


Figura 6 - Planta gerada pelo IDRISI referente as Fotografias Aéreas do ano de 1962.

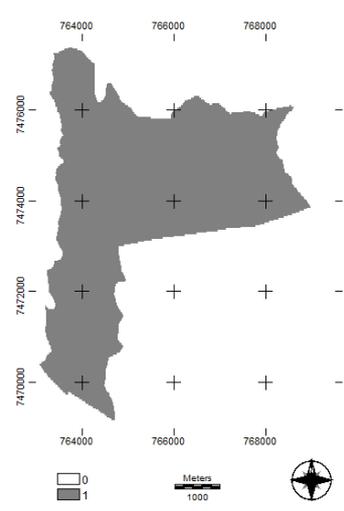


Figura 7 - Planta gerada pelo IDRISI referente as Fotografias Aéreas do ano de 1977.

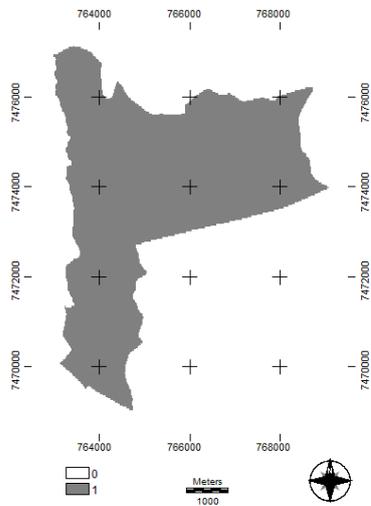


Figura 8 - Planta gerada pelo IDRISI referente as Fotografias Aéreas do ano de 2005.

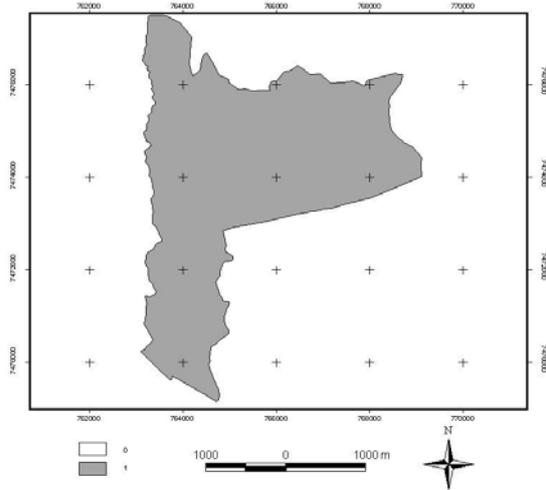


Figura 9 - Planta gerada pelo ARCVIEW referente as Fotografias Aéreas do ano de 1962.

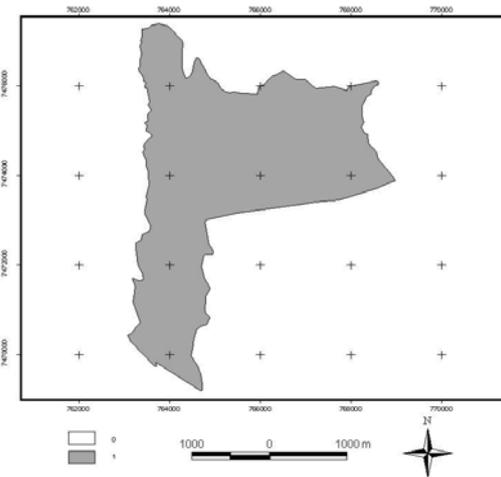


Figura 10 - Planta gerada pelo ARCVIEW referente as Fotografias Aéreas do ano de 1977.

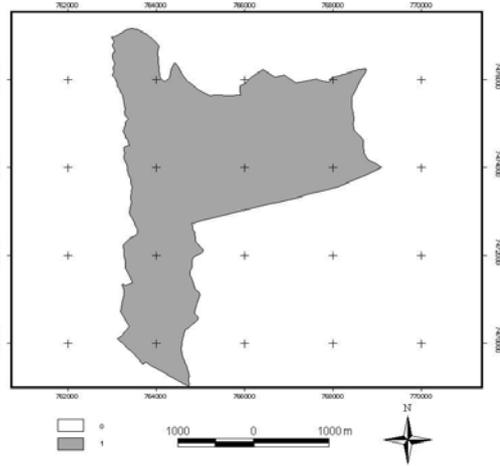


Figura 11 - Planta gerada pelo ARCVIEW referente as Fotografias Aéreas do ano de 2005.

A Tabela 2 apresenta todos os valores de área e perímetro das plantas geradas pelo SIG IDRISI a partir dos traçados das divisas das Fazendas diretamente nas fotografias aéreas, considerando as imagens pancromáticas de 1962, 1977 e coloridas referentes ao ano de 2005. Na mesma Tabela podem-se verificar os valores de área e perímetro da planta testemunha obtida pelo SIG em questão a partir dos valores de

longitudes e latitudes das cartas planialtimétricas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo.

Tabela 2 - Valores de Área, Perímetro e Porcentagem em relação à Área teste obtida das Cartas pelo SIG IDRISI.

	Área (A)	Perím. (P)	Dif. (A)	Dif. (P)	Dif. (A)	Dif. (P)
	ha	Km	ha	Km	%	%
IDRISI	2096,21	37,98				
Fotos 1962	2237,96	37,30	141,75 +	0,68 -	6,76 +	1,79 -
Fotos 1977	2012,01	35,89	84,20 -	1,86 -	4,02 -	5,50 -
Fotos 2005	2139,78	36,61	43,57 +	1,37 -	2,08 -	3,61 -

Analisando os valores das variações de áreas e perímetro na Tabela 2, constata-se que a diferença da área em 1962 em relação à carta foi de 141,75 hectares, afastando em 6,76% a maior do valor considerado como testemunha. A diferença entre os perímetros foi de 0,68km ou seja, 1,79%. Para o ano de 1977 a diferença de área verificada foi de 84,20 ha (4,02%) a menor e o perímetro 1,86km (5,50%).

Ainda na Tabela 2 pode-se constatar que a diferença de área reduziu para 43,57 hectares, ou seja, 2,08 % para o ano de 2005 em relação à área teste e a diferença do perímetro ficou em 1,37km (3,61%).

Conforme a Tabela 3 pode-se constatar que os valores de área das fazendas Lageado e Edgardia obtidos por meio do ARCVIEW, com dados obtidos nas cartas do IGC, comparados com os valores de área obtidos pelas fotos, a diferença em hectares foi de 141,78, 84,19 e 43,48 relativas aos anos de 1962, 1977 e 2005 respectivamente.

Tabela 3 - Valores de Área, Perímetro e Porcentagem em relação à Área teste obtida das Cartas pelo ARCVIEW.

	Área (A)	Perím. (P)	Dif. (A)	Dif. (P)	Dif. (A)	Dif. (P)
	ha	Km	ha	Km	%	%
IDRISI	2096,18	30,12				
Fotos 1962	2237,96	29,81	141,78 +	0,31 -	6,34 +	1,03 -
Fotos 1977	2011,99	28,89	84,19 -	1,23 -	4,18 -	4,08 -
Fotos 2005	2139,76	29,11	43,48 +	1,01 -	2,03 +	3,35 -

Analisando conjuntamente as Tabelas 3 e 2 constatou-se que não houve diferença significativa para o cálculo de área quando utilizado um ou outro Sistema de Informação Geográfica, valendo para as três épocas consideradas.

As diferenças verificadas nos perímetros entre os anos de 1962, 1977 e 2005 na planta obtida por meio do ARCVIEW apresentou os valores de 0,31 Km, 1,23 Km e 1,01Km, ou seja, 1,03%, 4,08% e 3,35% respectivamente. As diferenças nos perímetros entre os anos de 1962, 1977 e 2005 obtidas pelo IDRISI foram de 0,68 Km, 1,86 Km e 1,37 Km, ou seja, 1,79%, 5,50% e 3,61% respectivamente.

Diferente dos valores de área, as diferenças de perímetro entre os aplicativos utilizados apresentaram discrepâncias consideráveis, mostrando novamente que o aplicativo ARCVIEW se apresenta mais condizente com a verdade de campo tanto para cálculo de área como de perímetro em uma propriedade rural.

Analisando atentamente as diferenças de áreas em termos percentuais, Tabelas 2 e 3, em relação ao valor de área teste, constatou-se que estas foram reduzindo proporcionalmente ao longo das datas consideradas para o presente estudo, sendo 6,76% para 1962, 4,02% para 1977 e 2,08% para o ano de 2005 considerando o aplicativo IDRISI e 6,34% para 1962, 4,18% para 1977 e 2,03% para o ano de 2005 considerando o aplicativo ARCVIEW.

A diminuição nestas diferenças no sentido de épocas mais recentes pode estar certamente associada ao avanço tecnológico das técnicas de obtenção, tanto das aeronaves como dos materiais e instrumentos utilizados, principalmente no caso das imagens do ano de 2005, onde estas estão no formato colorido, facilitando a fotointerpretação da paisagem. Isto torna mais seguro o traçado dos confrontantes e consequentemente oferecendo maior precisão na tomada dessas divisas.

Considerando que a área de estudo está inserida na região conhecida como Cuesta de Botucatu, com altitudes variando de 492m na Depressão Periférica e acima disto até 833m, no “Front” e Reverso da Cuesta, certamente ocorreram variações consideráveis nas escalas nominais das fotografias aéreas devido às diferenças de relevo, uma vez que distâncias inclinadas em campo, nas fotos são projetadas como horizontais.

Levando-se em consideração que a geometria de obtenção das fotografias aéreas, projeção central, também influencia a qualidade do levantamento aerofotogramétrico em se tratando de precisão na escala do material, associado ao relevo bastante movimentado, o valor de 43,48 hectares correspondendo a 2,03% nas fotografias do ano de 2005, em relação à planta teste, pode se considerar como aceitável nesta dimensão de valor em planejamentos rurais.

4 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia proposta e os resultados obtidos, concluiu-se que:

Os Aplicativos ARCVIEW e IDRISI apresentaram resultados coerentes na determinação da área das Fazendas Lageado e Edagardia;

O Aplicativo ARCVIEW apresentou resultados de área e perímetro muito próximos da verdade de campo, sendo que o IDRISI mostrou dificuldades acentuadas na representação de valores de perímetro;

A determinação incorreta do perímetro de uma propriedade influencia no formato final da planta, alterando assim a sistemática do planejamento interno de uma propriedade rural;

Considerando fotografias aéreas de três épocas: 1962, 1977 e 2005, pode-se afirmar que as imagens do ano de 2005 apresentaram menores valores de diferença de área (43,48 hectares) em relação aos valores de área determinados na carta referência, quando compiladas pelo ARCVIEW.

As imagens coloridas do ano de 2005 facilitaram a fointerpretação da paisagem, tornando mais seguro o traçado dos confrontantes e consequentemente oferecendo maior precisão na tomada dessas divisas.

5 REFERÊNCIAS

AMORIM, A. **Utilização de modelos estereoscópicos híbridos na atualização cartográfica.** 2000. 124 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil / Transportes) - Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

KOFFLER, N. F. **Utilização de imagens aerofotográficas e orbitais no estudo do padrão de drenagem em solos originados do arenito Bauru.** 1976. 150 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1976.

ORTH, D.; CUNHA, R. D. A.; GUEDES, A. Novas tecnologias para a gestão do espaço urbano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: MODERNIDADE E SUSTENTABILIDADE, VIII, 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: ENTAC, 2000. v. 7, p. 75-85. Disponível em: < <http://www.ecv.ufsc.br/~grupoge/publica/artigos/novastecnologias.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2009.