



**IV Conferência
Latinoamericana sobre
Sistemas de Informação
Geográfica**

**2º Simposio Brasileiro de
Geoprocessamento**

**7 a 9 de Julho de 1993
São Paulo - Brasil**

Anais

ESTIMATIVA DE ERROS COMETIDOS PELO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS SGI NA MEDIDA DE ÁREAS DE POLÍGONOS

SANO, E. E.¹; LUIZ, A. J. B.¹; ASSAD, E. D.¹; BEZERRA, H. S.¹; MOREIRA, L.¹.

RESUMO 30640K

Foi feita uma estimativa de erros cometidos pelo sistema de informações geográficas SGI na medida de áreas de polígonos. Para tanto, polígonos constituídos de áreas regulares e delimitados em papel milimetrado foram digitalizados no sistema e comparados com as respectivas áreas teóricas. Foram analisados os seguintes parâmetros: número de pontos digitalizados; posição das figuras em relação às coordenadas da mesa digitalizadora; forma e tamanho das figuras; e digitalizador. Embora o sistema tenha apresentado uma tendência de superestimar as medidas, a probabilidade de ocorrência de erros acima de 1% foi praticamente nula.

ABSTRACT

The errors committed by the measurement of areas of polygons using the SGI geographic information system were analysed. Polygons of different shape and size were digitalized and their areas were measured by the appropriated algorithm. The results were compared with the actual values. The following parameters were evaluated: number of digitalized points; position of figures in relation to the coordinates of digitalizer table; shape and size of figures; and digitalizer. Despite a trend for overestimating the areas the system presented the probability for committing errors above of 1% close to zero.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a utilização de dados derivados de sistemas de informações geográficas (SIGs) para planejamento, inventário, monitoramento, fiscalização, etc., em diferentes regiões e em diferentes escalas, tem crescido rapidamente. Por exemplo, Tardin e Cunha (1990) estimaram o estado de desflorestamento da floresta amazônica brasileira no ano de 1989, utilizando o algoritmo de cálculo de áreas do sistema de informações geográficas denominado SGI, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em São José dos Campos (SP). Sano et al. (1990 e 1991) caracterizaram, respectivamente, os campos experimentais da EMBRAPA/CPAC e o meio físico da microbacia do córrego Taquara (DF), através de cruzamentos e quantificações de mapas temáticos como solos, declividade e uso

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC
BR-020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza, Caixa Postal 08.223
73.301 - Planaltina - DF

das terras no SGI. Johnston et al. (1988) utilizaram o SIG para quantificar áreas relacionadas a erodibilidade, permeabilidade, uso das terras e para gerar informações numéricas associadas à qualidade da água das várzeas de 15 microbacias do Estado de Minnesota, EUA.

Juntamente com esta atual tendência, surge a necessidade de avaliar a confiabilidade destes valores derivados dos SIGs, em função da presença de erros que podem ser gerados antes, durante e depois do armazenamento de dados no sistema. De acordo com Prisley et al. (1989), pesquisas envolvendo uma avaliação da precisão do cálculo de áreas têm sido raras. Ao contrário das estimativas que envolvem amostragens como pesquisas de opinião pública ou inventários florestais, que são consideradas incompletas se não houver nenhuma medida de precisão, as estimativas de áreas em SIGs tem sido utilizadas sem o mesmo cuidado.

Witek et al. (1984) concluíram que a integração de dados de diferentes fontes, em diferentes formatos (pontos, linhas e imagens) e em diferentes escalas, possuem erros que podem fornecer produtos de uma precisão questionável. Tais erros, chamados de inerentes, são dependentes do tipo de projeção cartográfica, da técnica de construção do mapa e da forma de representação dos dados, ou seja, são erros presentes nos documentos originais que vão ser armazenados no sistema. Um outro tipo de erro, denominado de operacional, é introduzido durante a entrada de dados e nas fases de manipulação, extração e comparação dentro do sistema e também podem provocar tomadas de decisões errôneas.

Marble e Peuquet (1983) afirmaram que a precisão de um produto derivado de SIG é dependente da fonte dos produtos e das necessidades do usuário, diretamente relacionada com a escala do produto de saída e do método e resolução dos dados armazenados (vetor ou varredura). Segundo Story e Congalton (1986), uma análise envolvendo SIG deveria estar acompanhada de informações referentes a data de compilação dos dados, ao método de coleta de dados, incluindo tipo e frequência de amostragem, ao formato de dados, ao recobrimento geográfico dos dados e à identificação (nome e endereço) do grupo responsável pela coleta de dados.

Burrough (1986) enumerou 14 fontes de erros, os quais foram classificados em três grandes grupos: fontes de erros óbvios; erros resultantes de variações naturais ou de medição; e erros produzidos pelo processamento. Segundo este mesmo autor, os erros do último grupo são os mais difíceis de serem localizados e quantificados pois requerem um amplo conhecimento não só dos dados, mas também da sua estrutura e do algoritmo utilizado. Dentro deste grupo, incluem-se os erros associados à digitalização e à sobreposição de mapas. No primeiro caso, além do erro decorrente da inabilidade do técnico, existe o erro decorrente do processo de amostragem, ou seja, somente uma pequena porção de um número infinito de pontos ao longo de uma linha curva é captada pelo sistema (Figura 1). Conseqüentemente, supondo-se irrelevantes os erros do digitalizador, uma linha reta, representada por dois pontos, contém um erro relativo menor em relação à digitalização de uma linha curva.

Alves (1990) citou, dentre os erros mais comuns relacionados aos processos de digitalização, a "digitação de pontos incorretos e erros de calibração da mesa, que mapeiam a superfície da mesma no espaço de referência de modo incorreto".

Dentro deste contexto, este trabalho procurou avaliar a confiabilidade da quantificação de áreas no sistema de informações geográficas SGI, disponível na EMBRAPA/CPAC. Para isto, foram feitas comparações estatísticas entre os valores teóricos conhecidos e os respectivos valores calculados pelo SGI de algumas figuras geométricas regulares pré-selecionadas e delimitadas em papel milimetrado.

Procurou-se manter, em todas as avaliações, a mesma resolução espacial na conversão de dados do formato vetor para varredura, a mesma escala de trabalho e a mesma base de dados (papel milimetrado). Deste modo, a variação maior ou menor dos valores medidos em relação aos valores teóricos conhecidos foram decorrentes principalmente de erros operacionais de captação de dados pela mesa digitalizadora.

Detalhes sobre o sistema SGI podem ser encontrados em Engespaço (s.d.) e Alves (1990), enquanto que Sano et al. (1991) descreveram a configuração do SGI utilizado na EMBRAPA/CPAC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Toda avaliação proposta neste trabalho foi conduzida através da comparação das áreas medidas pelo SGI com os respectivos valores teóricos conhecidos e correspondentes a figuras geométricas regulares, delimitadas em papel milimetrado. A utilização de figuras regulares apresenta um inconveniente sob o ponto de vista de que a maioria dos polígonos que são armazenados no sistema são irregulares, derivados de mapas como os de solos, declividade, geologia e uso das terras. Porém, a utilização de polígonos irregulares na avaliação requer uma comparação com outros métodos como o de grade de pontos, de pesagem e o que utiliza o planímetro mecânico (vide, por exemplo, Assad et al., 1988 e Chen, 1991). Estes métodos também apresentam erros decorrentes de instrumentos mal calibrados, inabilidade e descuido do operador, o que inviabiliza a comparação com os resultados do SGI. Assim sendo, os autores preferiram optar pela utilização do papel milimetrado, que foi selecionado após uma cuidadosa avaliação, uma vez que foi constatada uma grande variação na precisão, dependendo da qualidade da impressão. Tal avaliação foi feita através de um escalímetro, ou seja, procurou-se utilizar somente aquele papel milimetrado que estivesse de acordo com as medidas do escalímetro.

Toda a análise de precisão da medida de áreas envolveu diferentes variáveis relacionadas ao modo de digitalização (ponto a ponto ou contínuo), à posição do mapa em relação às coordenadas da mesa digitalizadora, à forma geométrica das figuras e ao digitalizador. Para cada caso, foi criado um projeto específico no SGI, utilizando-se uma escala de 1:100, sem projeção cartográfica específica.

Inicialmente dois testes foram realizados envolvendo 36 áreas correspondentes respectivamente a quadriláteros e figuras com 120 lados (Figura 2). Nestes testes, procurou-se manter os lados aproximadamente paralelos às coordenadas da mesa digitalizadora. Ambas as figuras apresentaram dimensões variando de 30 a 1080 m², com cinco e 121 pontos de digitalização respectivamente para cada quadrilátero (correspondentes aos seus vértices) e para cada polígono com 120 lados. Em seguida, estes testes foram novamente repetidos, colocando as figuras numa posição inclinada em relação às coordenadas da mesa, conforme mostra a Figura 3.

Um outro teste foi efetuado através da seleção de 13 figuras com formas e áreas diferentes (Figura 4) e oito técnicos com pouca, razoável e bastante experiência em digitalização, identificados aleatoriamente por A, B, C, D, E, F, G e H. A digitalização no SGI foi feita em modo contínuo, com espaçamento de 1 mm entre os pontos de captação. Cada técnico repetiu a operação por três vezes, analisando-se a média destas três medidas.

Com o objetivo de avaliar a precisão da medida em função da forma geométrica dos polígonos, foram selecionadas 30 figuras de mesma área (25 m²) e com formas diferentes (Figura 5). A digitalização foi feita também com três repetições e no modo contínuo, mantendo o mesmo espaçamento do caso anterior.

Sobre aquele polígono da figura anterior que apresentou a maior variação na medida, foram desenvolvidas 100 digitalizações com o intuito de melhor verificar a existência ou não de alguma tendência de superestimação ou subestimação, em relação ao valor teórico e ao valor medido na fase anterior.

Com exceção da avaliação por diferentes digitalizadores, a digitalização foi feita sempre pelo mesmo técnico, com experiência de aproximadamente três anos na operação do sistema. A conversão vetor-varredura foi realizada utilizando-se de uma resolução espacial de 512 linhas x 512 colunas.

RESULTADOS: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 a 7 são mostrados respectivamente, os valores teóricos e medidos pelo SGI nas seguintes situações: quadriláteros com lados aproximadamente paralelos aos eixos da mesa digitalizadora; quadriláteros com lados inclinados em relação aos eixos da mesa; polígonos de 120 lados aproximadamente paralelos aos eixos da mesa; polígonos de 120 lados inclinados em relação aos eixos da mesa; 13 figuras geométricas envolvendo oito digitalizadores; 36 figuras geométricas de mesma área e formas diferentes; e 100 repetições de uma mesma figura geométrica.

Todos estes dados foram digitados, processados e analisados através do pacote estatístico SAS (SAS, 1985), calculando-se em seguida, as probabilidades de ocorrência dos seguintes erros: 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%, 0,5% e 1% (Tabela 8). Verifica-se a partir desta tabela que a probabilidade de ocorrência de erros maior que 1% foi praticamente nula para todas as situações analisadas neste trabalho e somente nos casos envolvendo polígonos regulares de 120 lados, a probabilidade não tendeu para zero numa faixa de erro situada a 0,5%. Estes polígonos, inclinados em relação às coordenadas da mesa, foram os que apresentaram as maiores variações em relação aos seus respectivos valores teóricos.

Entretanto, os resultados do teste "t" mostraram uma superestimativa na medida de áreas pelo SGI com 99% de certeza para os quadriláteros com lados inclinados ($t = 9,9343$), polígonos com 120 lados aproximadamente paralelos ($t = 17,2208$) e polígonos com 120 lados inclinados ($t = 12,8464$). Esta tendência de superestimação aumentou quando as figuras foram inclinadas em relação aos eixos da mesa. Este fato deve estar associado ao método de cálculo de áreas do sistema, o qual, após a geração do arquivo varredura, faz uma contagem do número de "pixels" pertencentes ao polígono que está sendo analisado. Cada "pixel" contém uma unidade em área que depende da escala do polígono e da resolução espacial especificada pelo usuário quando da transformação vetor-varredura. Quando os lados dos polígonos encontram-se inclinados, há um aumento no número de pontos pertencentes ao polígono, mesmo que este tenha a mesma dimensão.

Nos quatro casos envolvendo quadriláteros e polígonos com 120 lados, o valor absoluto do erro aumentou com o aumento da área das figuras digitalizadas; embora este aumento tenha sido pequeno, ele foi detectado como significativo através de uma análise de correlação de Pearson. Já com relação ao erro expresso como percentagem da área teórica, houve uma diminuição com o aumento das áreas das figuras digitalizadas, ou seja, quanto maior a área medida, menor será o erro percentual cometido pelo SGI ao estimar esta área.

A análise de variância desenvolvida para os dados envolvendo diferentes digitalizadores indicou que não houve interação entre pessoas e figuras, ou seja, as figuras mais "difíceis" foram sempre as mesmas para todas as pessoas; e

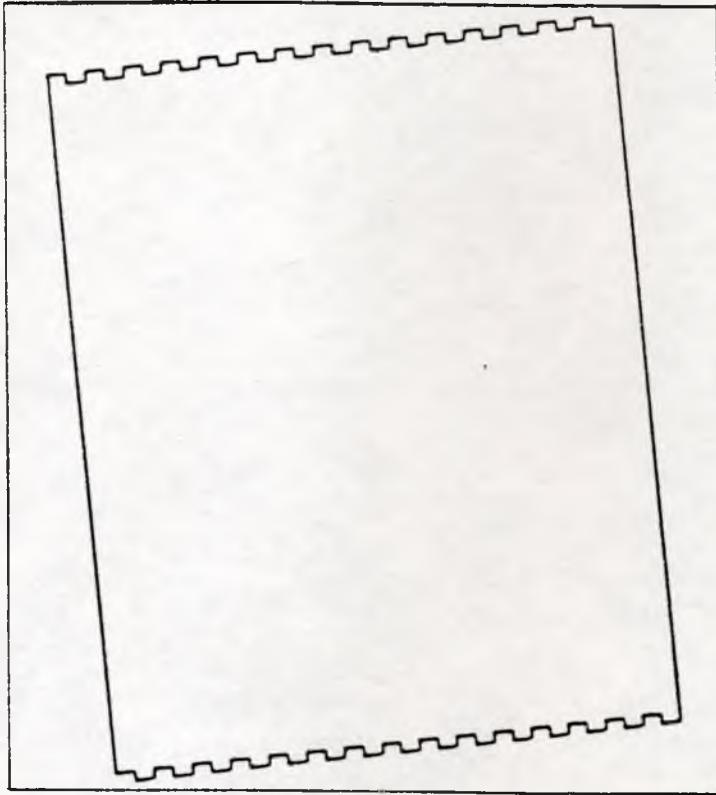


Fig. 3 - Aspecto das figuras com 120 lados inclinados em relação aos eixos da mesa.

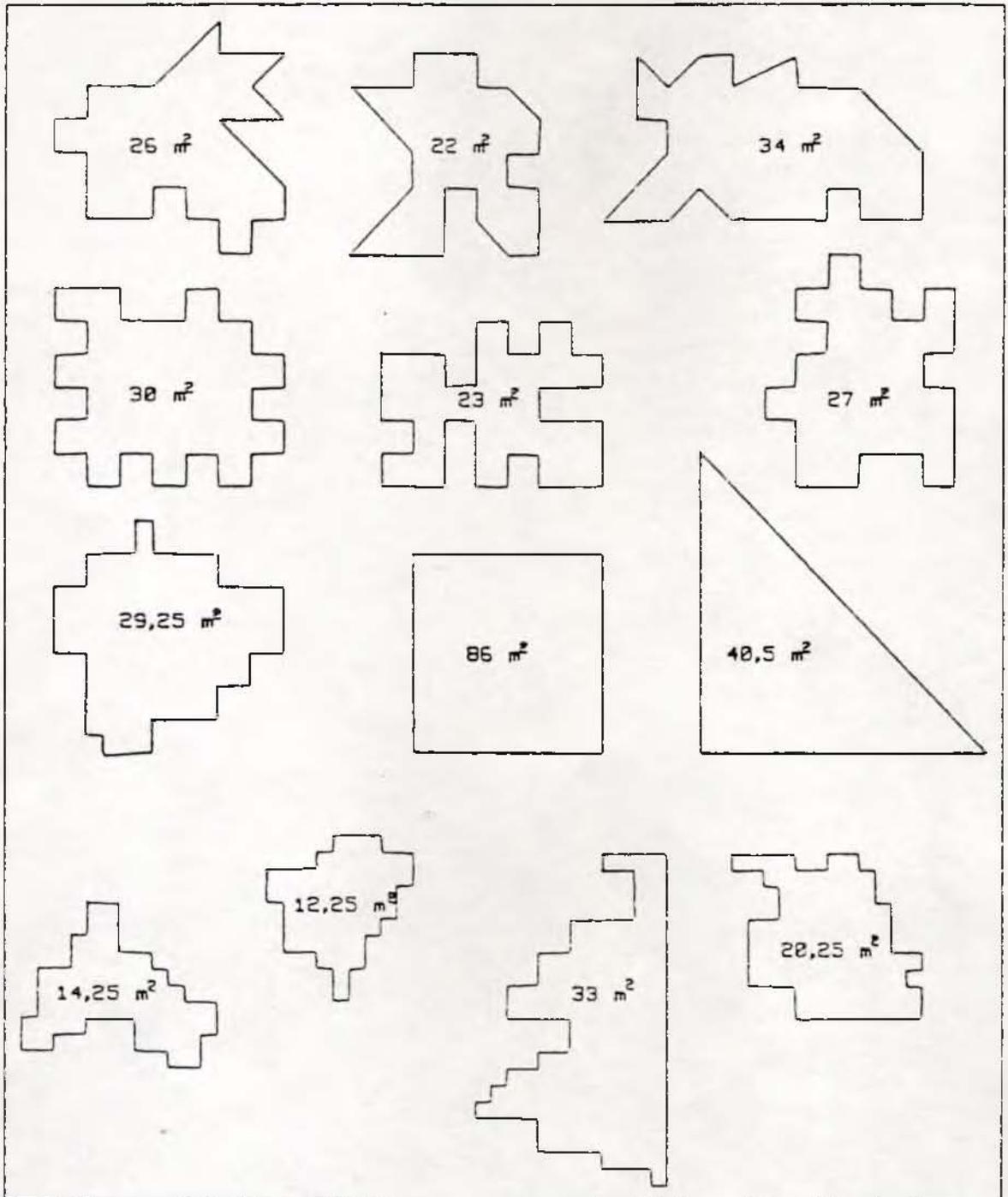


Fig. 4 - Aspecto das figuras com formas e áreas diferentes.

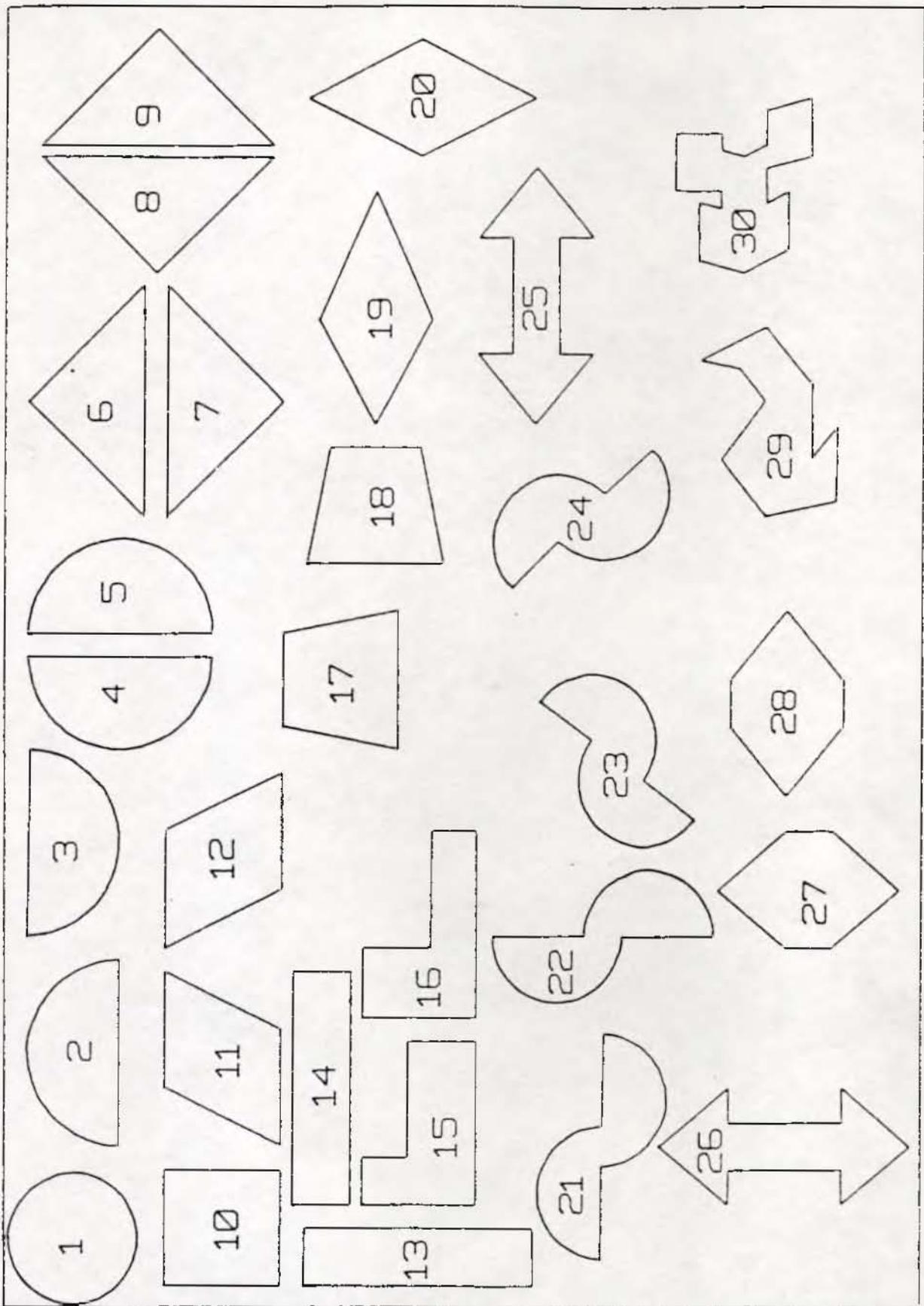


Fig. 5 - Aspecto das figuras com formas diferentes e mesma área.

Tabela 1. Valores teóricos e medidos pelo SGI envolvendo 37 quadriláteros com lados aproximadamente paralelos aos eixos da mesma digitalizadora.

Area	Valor Teórico	Valor Medido	Area	Valor Teórico	Valor Medido
01	30,00	30,3253	19	570,00	569,6509
02	60,00	59,4764	20	600,00	599,2293
03	90,00	89,6628	21	630,00	629,4376
04	120,00	120,009	22	660,00	660,1583
05	150,00	149,9864	23	690,00	690,0938
06	180,00	179,4261	24	720,00	720,2124
07	210,00	209,7804	25	750,00	749,2424
08	240,00	239,4057	26	780,00	779,8692
09	270,00	269,9987	27	810,00	810,9727
10	300,00	300,1082	28	840,00	840,1872
11	330,00	329,5026	29	870,00	869,7857
12	360,00	360,0888	30	900,00	900,4301
13	390,00	389,0950	31	930,00	929,7442
14	420,00	419,9790	32	960,00	959,6699
15	450,00	449,6808	33	990,00	989,8680
16	480,00	478,8935	34	1020,00	1019,8078
17	510,00	510,1238	35	1050,00	1050,0413
18	540,00	540,1635	36	1080,00	1079,9826

Tabela 2. Valores teóricos e medidos pelo SGI envolvendo quadriláteros com lados inclinados em relação aos eixos da mesa digitalizadora.

Area	Valor Teórico	Valor Medido	Area	Valor Teórico	Valor Medido
01	30,00	30,0754	19	570,00	572,8275
02	60,00	60,2818	20	600,00	602,0692
03	90,00	90,6727	21	630,00	632,6006
04	120,00	120,5916	22	660,00	663,6700
05	150,00	150,8422	23	690,00	693,2452
06	180,00	180,7598	24	720,00	723,5489
07	210,00	211,4123	25	750,00	752,8491
08	240,00	240,3475	26	780,00	783,8760
09	270,00	271,4004	27	810,00	813,4760
10	300,00	302,0103	28	840,00	844,0291
11	330,00	330,9937	29	870,00	874,5648
12	360,00	361,1918	30	900,00	904,6535
13	390,00	391,2477	31	930,00	934,2559
14	420,00	422,0299	32	960,00	963,8940
15	450,00	451,4292	33	990,00	994,7544
16	480,00	481,6654	34	1020,00	1024,8605
17	510,00	513,0132	35	1050,00	1055,0861
18	540,00	542,4046	36	1080,00	1084,0544

Tabela 3. Valores teóricos e medidos pelo SGI envolvendo polígonos com 120 lados aproximadamente paralelos aos eixos da mesa digitalizadora.

Area	Valor Teórico	Valor Medido	Areas	Valor Teórico	Valor Medido
01	30,00	31,3555	19	570,00	571,5927
02	60,00	61,2182	20	600,00	601,8986
03	90,00	90,7370	21	630,00	631,7837
04	120,00	120,7909	22	660,00	662,1527
05	150,00	151,3982	23	690,00	692,1761
06	180,00	181,0219	24	720,00	722,1012
07	210,00	211,3322	25	750,00	751,9266
08	240,00	240,7276	26	780,00	782,0210
09	270,00	270,9664	27	810,00	811,8126
10	300,00	301,1873	28	840,00	842,3607
11	330,00	331,2434	29	870,00	872,0330
12	360,00	361,6065	30	900,00	902,5525
13	390,00	391,3595	31	930,00	931,6274
14	420,00	421,3275	32	960,00	961,9323
15	450,00	450,8534	33	990,00	992,4524
16	480,00	481,0607	34	1020,00	1023,2083
17	510,00	511,5252	35	1050,00	1052,3412
18	540,00	541,6452	36	1080,00	1081,8726

Tabela 4. Valores teóricos e medidos pelo SGI envolvendo polígonos com 120 lados inclinados em relação aos eixos da mesa digitalizadora.

Area	Valor Teórico	Valor Medido	Area	Valor Teórico	Valor Medido
01	30,00	31,3242	19	570,00	572,5886
02	60,00	61,2295	20	600,00	602,8099
03	90,00	91,4234	21	630,00	632,9170
04	120,00	122,0541	22	660,00	663,5911
05	150,00	152,4434	23	690,00	693,6739
06	180,00	182,3058	24	720,00	724,0045
07	210,00	212,3805	25	750,00	753,9928
08	240,00	241,6958	26	780,00	784,6663
09	270,00	272,1646	27	810,00	814,8866
10	300,00	302,7370	28	840,00	845,4799
11	330,00	332,8547	29	870,00	875,5013
12	360,00	362,8429	30	900,00	905,3109
13	390,00	392,1309	31	930,00	935,8281
14	420,00	422,9024	32	960,00	965,5884
15	450,00	451,8623	33	990,00	996,0471
16	480,00	481,9960	34	1020,00	1027,2111
17	510,00	512,6299	35	1050,00	1056,4166
18	540,00	542,7729	36	1080,00	1085,9115

Tabela 5. Valores teóricos e medidos pelo SGI envolvendo oito digitalizadores.

Área	Técnico								Área Teórica
	A	B	C	D	E	F	G	H	
01	26,6	26,5	26,9	26,9	26,9	27,3	26,9	26,7	26,0
	26,6	26,6	26,4	26,4	27,2	26,7	26,8	26,8	
	26,7	26,7	26,7	26,0	27,1	26,6	26,9	26,8	
02	22,5	22,7	22,7	22,9	23,0	22,7	22,8	22,6	22,0
	22,6	22,6	22,8	22,4	23,2	22,5	22,6	23,1	
	22,5	22,4	22,4	22,6	22,8	22,5	22,9	22,6	
03	34,3	34,9	34,5	34,8	35,0	34,6	34,4	34,4	34,0
	34,3	34,6	34,2	34,5	35,3	34,3	34,6	34,3	
	34,4	34,2	34,2	34,7	34,8	34,5	34,3	34,9	
04	30,4	30,7	30,4	30,8	30,9	30,4	30,9	31,2	30,0
	30,8	30,4	30,4	30,7	30,9	30,9	30,7	30,8	
	30,5	30,8	30,8	30,3	30,6	30,6	30,8	30,9	
05	23,9	23,8	23,5	24,0	23,8	23,1	26,7	24,1	23,0
	23,9	23,4	23,6	23,2	24,2	23,9	26,6	23,9	
	23,9	23,8	23,8	22,4	23,7	23,2	26,4	23,9	
06	27,4	27,7	27,4	27,4	27,7	27,3	27,7	27,6	27,0
	27,5	27,8	27,5	27,6	27,5	27,3	27,7	27,5	
	27,5	27,4	27,4	26,4	27,6	27,5	27,9	27,7	
07	29,9	29,8	29,8	29,7	28,0	29,7	30,0	30,1	29,25
	29,6	29,7	29,8	30,1	29,9	29,9	30,0	30,3	
	29,7	29,6	29,6	29,4	30,2	29,5	29,5	30,4	
08	37,1	36,7	36,5	36,7	36,6	37,1	36,6	36,7	36,0
	36,4	36,7	36,5	36,6	36,8	36,8	36,7	36,8	
	36,5	36,7	36,7	36,2	36,5	36,5	36,5	37,2	
09	41,4	41,7	41,6	41,5	41,2	41,5	41,7	41,2	40,5
	41,2	41,7	41,4	41,5	41,1	41,2	41,5	41,2	
	41,0	41,8	41,8	40,2	41,3	41,0	41,7	41,6	
10	14,6	14,7	14,5	14,8	14,7	14,6	14,7	14,5	14,25
	14,3	14,6	14,3	14,5	14,6	14,3	14,5	14,5	
	14,6	14,5	14,5	14,0	14,7	14,5	14,6	14,8	
11	12,5	12,5	12,2	12,6	12,7	12,5	12,7	12,6	12,25
	12,6	12,6	12,7	12,6	12,6	12,4	12,6	12,8	
	12,6	12,6	12,6	12,1	12,7	12,9	12,7	12,6	
12	33,7	33,8	33,5	34,3	33,7	33,6	33,8	33,7	33,0
	33,5	33,4	33,6	33,6	33,3	33,4	33,8	33,7	
	33,6	33,7	33,7	32,6	33,6	33,7	33,9	33,6	
13	20,6	20,7	20,6	21,0	20,6	20,6	20,8	20,5	20,25
	20,3	20,7	20,4	20,5	20,8	20,5	20,9	20,8	
	20,7	20,4	20,3	20,1	20,6	20,5	20,9	20,9	

Tabela 6. Valores medidos pelo SGI para 30 figuras com formas diferentes e mesma área (25 m²).

Area	Valor Medido	Area	Valor Medido
01	24,7254	16	24,9281
	24,7914		24,8971
	24,8075		24,9598
02	25,0086	17	25,1327
	24,7899		24,7985
	24,9906		24,8594
03	24,9520	18	25,1332
	24,6244		24,8589
	24,9821		25,0387
04	25,2187	19	25,2504
	24,9652		25,0104
	25,0720		25,0127
05	25,2699	20	25,1624
	25,1102		25,2807
	25,2345		25,0963
06	25,1412	21	25,0774
	25,1016		25,0856
	25,1330		25,1173
07	25,0267	22	25,2566
	24,7832		24,7623
	24,8648		25,0468
08	25,0662	23	25,2999
	25,3418		25,1735
	25,2455		25,2906
09	25,2626	24	25,2934
	25,2073		25,1734
	25,3169		25,3280
10	24,8932	25	25,2979
	24,8876		25,3279
	24,8878		25,1397
11	24,9896	26	25,0538
	24,8722		25,0162
	25,0448		25,0253
12	25,2540	27	25,0701
	25,1974		25,0452
	25,0343		25,1025
13	25,0842	28	24,7477
	25,0116		24,9046
	24,9795		25,0358
14	25,0189	29	25,2968
	24,7676		25,2098
	24,8670		25,1066
15	24,8157	30	25,1875
	24,9015		25,1326
	25,0374		25,1046

Tabela 7. Valores medidos para 100 repetições de digitalização.

Repetição	Area	Repetição	Area	Repetição	Area	Repetição	Area
001	25,0849	026	24,7509	051	25,0388	076	24,9686
002	25,1287	027	25,1484	052	24,9998	077	25,0263
003	25,1675	028	24,9674	053	25,0155	078	24,9695
004	25,1709	029	25,2044	054	25,0402	079	25,0943
005	25,1325	030	25,0478	055	25,0417	080	24,8700
006	24,9173	031	25,0214	056	24,9781	081	25,1629
007	24,8315	032	25,1892	057	24,8144	082	24,7978
008	25,0290	033	25,0232	058	25,1059	083	25,0986
009	24,9249	034	25,0795	059	25,1566	084	25,2321
010	24,9561	035	25,1356	060	25,1120	085	25,1351
011	25,0209	036	24,9117	061	25,0570	086	24,9662
012	25,0388	037	24,7861	062	25,0256	087	25,0218
013	25,0611	038	25,0553	063	24,8701	088	25,0866
014	24,9677	039	25,0116	064	24,8662	089	25,1423
015	25,0937	040	25,0741	065	24,9815	090	25,1695
016	25,1139	041	24,9866	066	25,0757	091	24,9208
017	24,9750	042	25,1575	067	25,1293	092	24,8299
018	24,8736	043	25,0675	068	24,9772	093	25,1387
019	25,0468	044	24,8203	069	24,9534	094	25,1471
020	25,0189	045	24,9800	070	25,0259	095	25,2348
021	24,8462	046	24,8868	071	25,2393	096	24,8147
022	24,9417	047	25,0748	072	25,1136	097	25,2160
023	25,1253	048	25,0134	073	25,0757	098	25,1429
024	25,2864	049	24,8871	074	25,0119	099	24,9101
025	25,1426	050	25,0096	075	25,0957	100	25,1389

Tabela 8. Probabilidade de ocorrência de erros percentuais a 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%; e 1% do valor teórico.

Teste	Erro Percentual						
	0,05	0,1%	0,2%	0,3	0,4%	0,5%	1%
1	0,24	0,02	~0	~0	~0	~0	~0
2	1	0,79	0,30	0,08	0,01	0,002	~0
3	0,05	~0	~0	~0	~0	~0	~0
4	1	1	0,51	0,16	0,04	0,006	~0
5	1	1	0,47	0,03	~0	~0	~0
6	0,62	0,23	0,01	~0	~0	~0	~0
7	0,34	0,04	~0	~0	~0	~0	~0

~ = Aproximadamente