

Novos padrões de exatidão cartográfica para dados geoespaciais digitais da ASPRS.

Daniel Carneiro da Silva

UFPE

danielcs@ufpe.br

Tópicos:

- Especificações x contratos
- Padrões da Cartografia Analógica x Digital
- Proposta da ASPRS
- Novos Conceitos
- Indicadores de Acurácia
- Exemplos e Comparações

- Padrões da Cartografia Analógica x Digital para Escalas Grandes no Brasil
- Decreto-Lei 243/1967 e Decreto 89.817/1984
- Cabe ao DSG as normas para escalas 1:250000 e maiores (DL 243)
- Art 7 D 89817 diz que haverá norma própria para escalas maiores que 1:25000
- INDE Decreto 6666/2003
- DSG ET-ADGV v.2 2009

Proposta da ASPRS para 2014:

- Reunir os padrões de acurácia para mapas de grandes escalas (1989, 1990) com as diretrizes para acurácia altimétrica de dados Lidar (2004)

Proposta da ASPRS:



ASPRS Accuracy Standards for Digital Geospatial Data

The following material is considered DRAFT FOR REVIEW and is being published at this time to encourage wide dissemination and comment. Comments should be forwarded via email to AccuracyStandard@asprs.org no later than February 1, 2014. The current plan is to review all comments and finalize the document for ASPRS Board approval in March 2014.

Background

In the summer of 2011, the ASPRS Photogrammetric Applications Division (PAD) and Primary Data Acquisition Divisions (PDAD) held a series of conference calls with the intent of forming a committee to update and revise the existing *ASPRS Map Accuracy Standards for Large Scale Maps*. The existing standard is primarily intended for published maps and has several shortcomings when applied to new digital

Objective

The objective of the *ASPRS Accuracy Standards for Digital Geospatial Data* is to replace the existing *ASPRS Accuracy Standards for Large-Scale Maps*, 1990, and the *ASPRS Guidelines, Vertical Accuracy Reporting for Lidar Data*, 2004, with new accuracy standards that better address digital orthophotos and digital elevation data. The new standard includes accuracy thresholds for digital orthophotos and digital elevation data, independent of published map scale or contour interval, whereas the new standard

Proposta da ASPRS:

Rev. 3, V.1

DRAFT—For Review Only

March 21, 2014

ASPRS Accuracy Standards for Digital Geospatial Data

[Draft, March 21, 2014]

1 Purpose

The objective of the *ASPRS Accuracy Standards for Digital Geospatial Data* is to replace the existing *ASPRS Accuracy Standards for Large-Scale Maps* (1990), and the *ASPRS Guidelines, Vertical Accuracy Reporting for Lidar Data* (2004) to better address current technologies.

This standard includes accuracy thresholds for digital orthoimagery and digital elevation data which are independent of published map scale or contour interval. Accuracy thresholds for planimetric data are linked to a map scale factor which is based on the target map scale the data are designed to support. Accuracy classes have been revised and upgraded from the 1990 standard to address the higher accuracies achievable with newer technologies. The standard also includes additional accuracy measures, such as ortho seam lines, aerial triangulation accuracy, lidar relative swath-to-swath accuracy, recommended minimum Nominal Pulse Density (NPD), horizontal accuracy of elevation data, delineation of low confidence areas for vertical data, and the required number and spatial distribution of QA/QC check points based on project area.

1.1 Scope and Applicability

This standard addresses geo-location accuracies of geospatial products and it is not meant for regulating classification accuracy of thematic maps. Further, the standard does not specify the best practices or methodologies needed to meet the accuracy thresholds stated herein. Specific requirements for the testing methodologies are specified as are some of the key elemental steps that are critical to the

Novos Conceitos do mapeamento digital:

- Um produto digital não tem escala “per se”.
- A precisão a partir de erro gráfico e escala é substituída pelo GSD (ou TPT).
- A precisão/acurácia pelo menos dobrou.
- O GSD sozinho não é suficiente para indicar a precisão .

Novos Conceitos e Paradigmas do mapeamento digital:

- Os dados altimétricos de nuvens de pontos são de difícil comprovação.
- É conveniente introduzir classificações diferentes para dados altimétricos de áreas sem e com vegetação e novos indicadores estatísticos.

- Indicadores usuais de Acurácia e precisão

- Existe uma confusão de termos e conceitos em normas e problemas com contratos

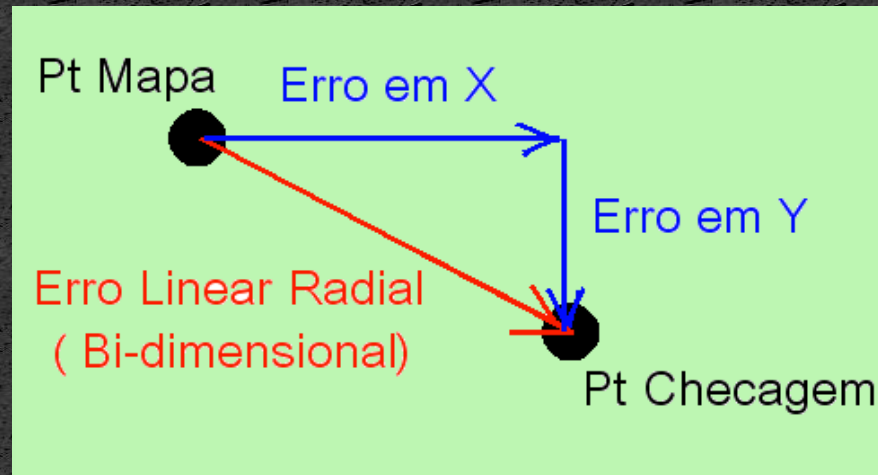
- Estatísticas de precisão e acurácia usuais

- Média, mediana
- Desvio padrão, Erro Padrão, PEC
- EMQ

- Estatísticas novas

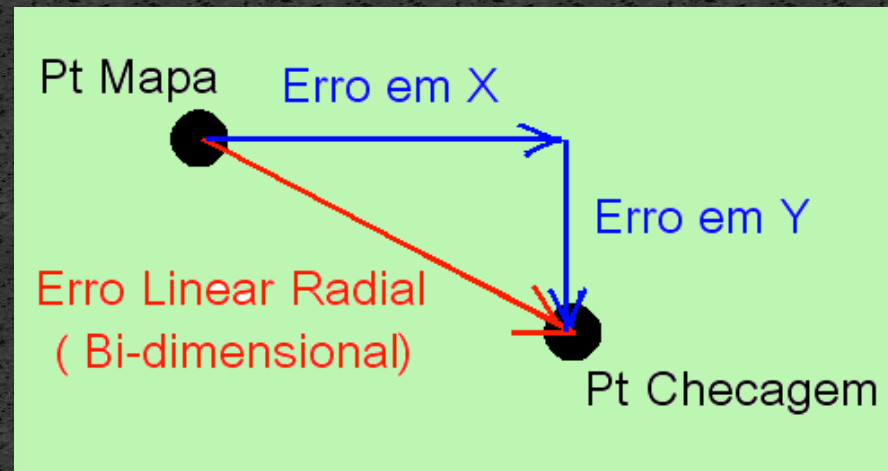
- EMQ e média (25%)
- Percentil

- Indicadores usuais de Acurácia e precisão
- Indicadores diferentes para medidas lineares e radiais



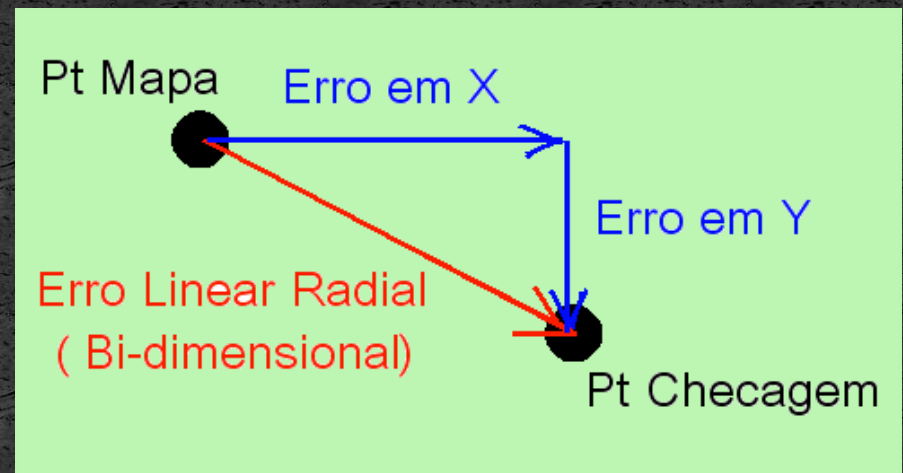
Indicadores de Acurácia:

- Níveis de confiança para dados lineares
 - 1 DP $\leftrightarrow$ 68%
 - 1,6449DP $\leftrightarrow$ 90% (PEC)
 - 1,96 DP $\leftrightarrow$ 95%
- Usados para componentes segundo eixo X ou Y (ou E e N)



Indicadores de Acurácia:

- Níveis de confiança para dados bi-lineares
 - 1 DP $\leftrightarrow$ 39%
 - 2,146DP $\leftrightarrow$ 90%
 - 2,477DP $\leftrightarrow$ 95%
- Usados para dados lineares radiais
- O indicador é a elipse de erros



Indicadores de Acurácia

Dp ou EMQ:

- Desvio padrão

Compara a partir de uma média

$$DP = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$EMQ = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i(\text{mapa})} - x_{i(\text{check})})^2}$$

- EMQ

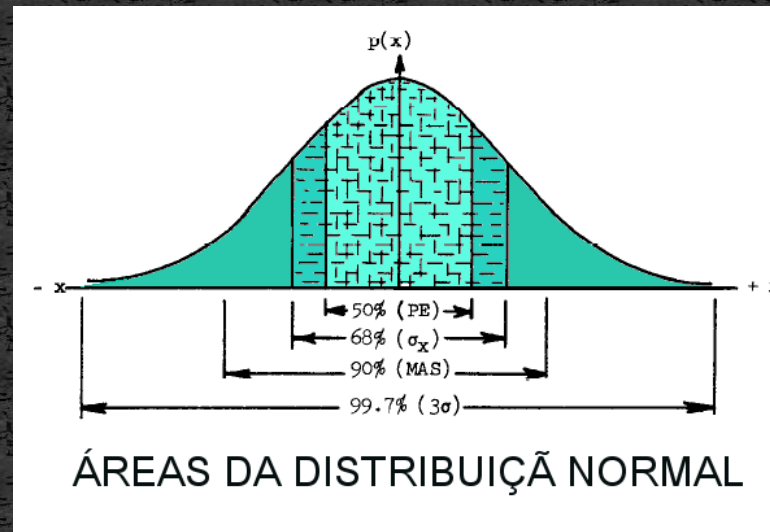
Compara duas medições, uma com precisão maior

Indicadores de Acurácia

Dp e EMQ:

- Medidas unilineares
- Desvio Padrão
 - Compara a partir de uma média
 - Corresponde a 68% de probabilidade

$$DP = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$



Indicadores de Acurácia

Dp ou EMQ:

Procedimento para medidas radiais ou bi-lineares

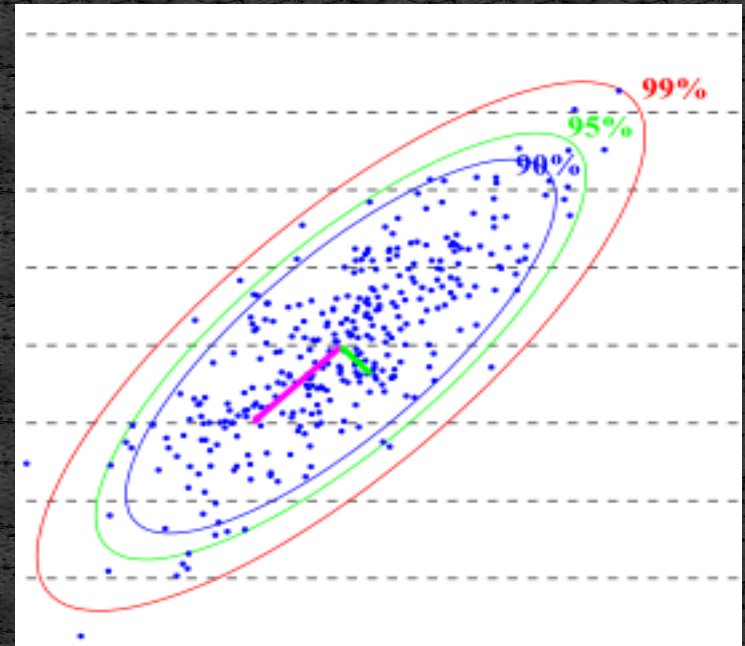
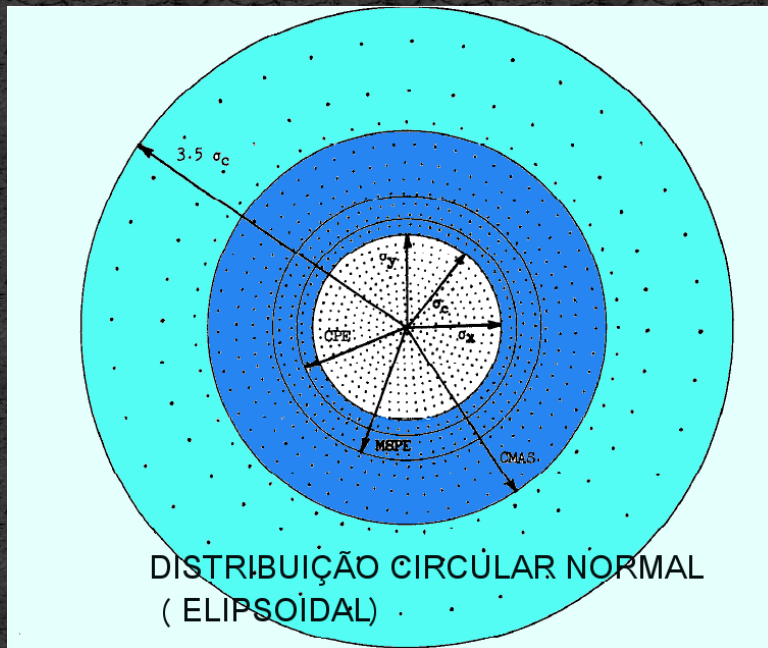
- Os Desvios padrões e os EMQs segundo as componentes X e Y são **calculados separados** e depois combinados em um indicador radial. Por exemplo para o EMQ:

$$EMQr = \sqrt{EMQ_x^2 + EMQ_y^2}$$

Indicadores de Acurácia

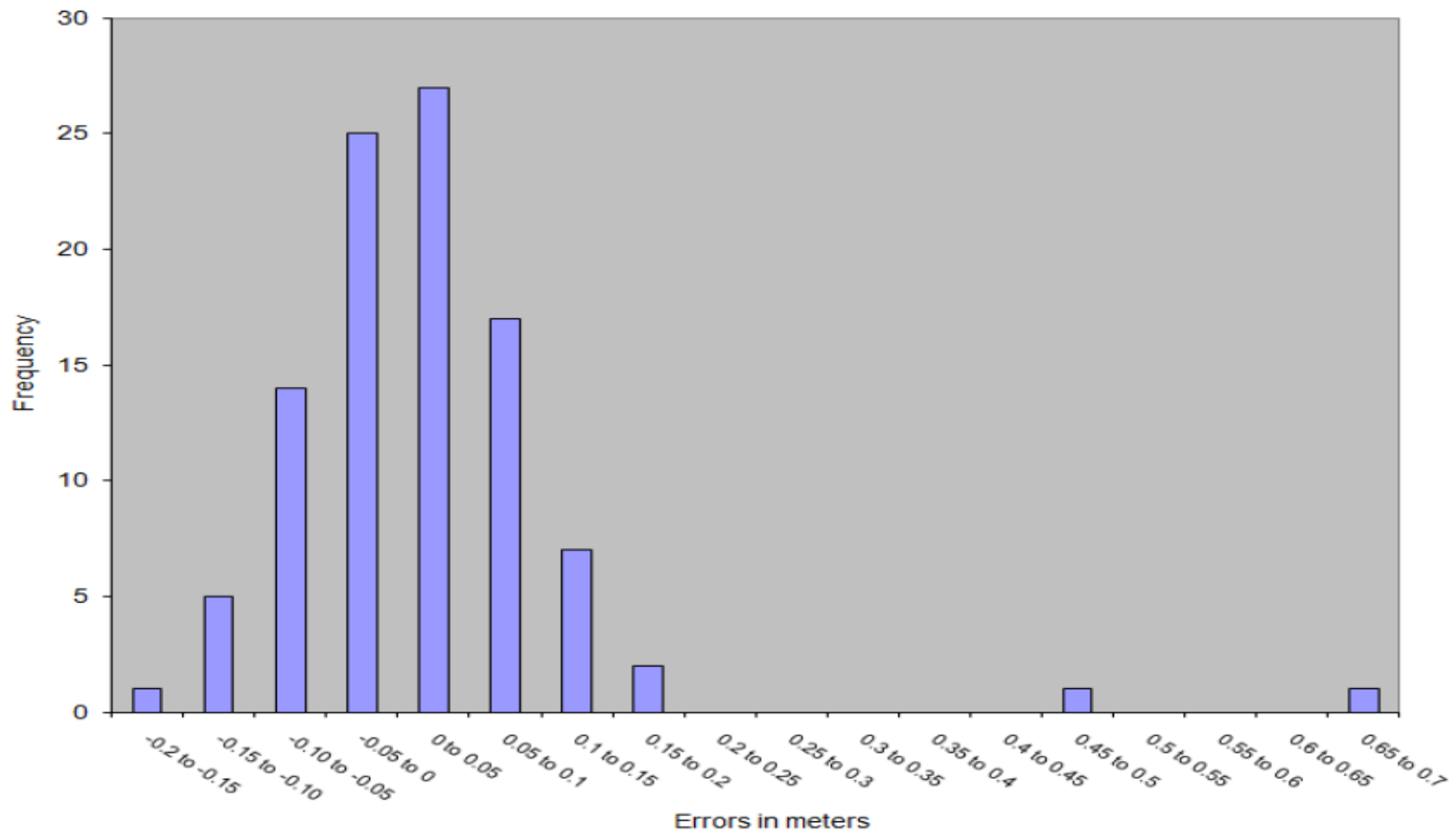
Dp e EMQ:

O **Erro circular** tem a distribuição de probabilidade em proporção à área circular quando $EMQ_x = EMQ_y$ ou $EP_x = EP_y$



Novo indicador de Acurácia:

O 95º Percentil



Exemplos Padrões ASPRS 2014

Ortoimagens (GSD ou TPT)

Tabela 1. Padrões de Acurácia Horizontal para Ortoimagens Digitais ASPRS-2014

Classe <u>Acurácia</u> Horizontal	<u>EMQx e EMQy</u>	Erro Máximo Linha de Emenda	<u>EMQx, EMQy, EMQz</u> Aerotriangulação, INS
I	<u>TPixel x 1,0</u>	<u>TPixel x 2,0</u>	<u>TPixel x 0,5</u>
II	<u>TPixel x 2,0</u>	<u>TPixel x 4,0</u>	<u>TPixel x 1,0</u>
III	<u>TPixel x 3,0</u>	<u>TPixel x 6,0</u>	<u>TPixel x 1,5</u>
...			
N	<u>TPixel x N</u>	<u>TPixel x 2N</u>	<u>TPixel x 0,5N</u>

Exemplos Padrões ASPRS 2014

Planimetria ($0,0125 \times f_{\text{Escala}}$)

Padrões de Acurácia Horizontal para Dados Planimétricos Digitais ASPRS-2014

Classe <u>Acurácia Horizontal</u>	<u>EMOx e EMOy (cm)</u>	<u>EMOx, EMOy, EMOz</u> Aerotriangulação, INS
I	$0,0125 \times \text{Fator escala do mapa}$	$0,00625 \times \text{Fator escala do mapa}$
II	$2 \times \text{Acurácia da Classe I}$ $0,025 \times \text{Fator escala do mapa}$	$0,01250 \times \text{Fator escala do mapa}$
III	$3 \times \text{Acurácia da Classe I}$ $0,0375 \times \text{Fator escala do mapa}$	$0,01875 \times \text{Fator escala do mapa}$
...		
N	$N \times \text{Acurácia da Classe I}$	$N \times 0,00625 \times \text{Fator escala do mapa}$

Exemplos Padrões ASPRS 2014

Planimetria - Indicadores de qualidade

Escala 1:1000

Exemplo de Acurácia e Qualidade Horizontal para Ortofoto Digital com GSD de 15cm

Tam. Pixel Ortofoto	Classe	EMQx ou EMQy	EMQr (radial)	Erro Máximo Linha Emenda Mosaico (cm)	Acurácia Hor. Nível Conf. 95% (cm)*
15 cm	I	15,0	21,2	30,0	36,7
	II	30,0	42,4	60,0	73,4
	III	45,0	63,6	90,0	110,1

Exemplo Acurácia e Qualidade Horizontal para Dados Planimétricos Digitais

Escala do Mapa	GSD aprox. Original (cm)	Classe	EMQx ou EMQy	EMQr (radial)	Acurácia Hor. Nível Conf. 95% (cm) circular*
1:1200	15cm	I	15,0	21,2	36,7
1:1000 **	12,5cm	I	12,5	17,7	30,6

* Acurácia horizontal radial a 95% = $EMQr \times 1,7308$

Exemplos Padrões ASPRS 2014

Diferenças de avaliações se não houver especificações claras

Diferença entre avaliações do Erro Radial

EMQx		EMQr (radial)		EMQc (radial)	
1 σ	95% linear (1,96)	1 σ	95% linear (1,96)	1 σ	95% circular (1,7308)
12,5	24,5	17,7	34,7	17,7	30,6

Exemplos Padrões ASPRS 2014

Qualidade da Altimetria

- Sem Vegetação ($N_c 95\%$)
- Com Vegetação ($\text{Percentil } 95^\circ$)

Tabela 6. Exemplos de Padrões de Acurácia/Qualidade Vertical para Dados Altimétricos Digitais (cm) para terreno Sem Vegetação) e terreno Com Vegetação)

Classe Acurácia Vert	EMQz Sem V (cm)	Acurácia Sem V Nível Conf. 95% (cm)	Acurácia Com V No Percentil 95º (cm)	Intervalo Curva de Nível apropriado	(Pts/m2) - (Espaço entre pulsos)
I	1,0	2,0	2,9	3 cm	>20 - 0,224
II	2,5	4,9	7,4	7,5 cm	16 - 0,250
...					
IV	10,0	19,6	29,4	30 cm	2 - 0,707
...					
VII	33,3	65,3	98,0	1 m	0,25 - 2,000

Exemplos Padrões ASPRS 2014

Qualidade da Altimetria

- Acurácia Relativa entre faixas (Sem Veg.)

Padrões de Acurácia Vertical para Dados Altimétricos Digitais (cm) para TSV (Terreno Sem Vegetação) e TCV (Terreno Com Vegetação)

Classe Acurácia Vert	EMQz TSV (cm)	Acurácia TSV Nível Conf. 95% (cm)	Acurácia TCV No Percentil 95º (cm)	Ac. Relativa Entre Faixas TSV (EMQz/Max Dif)	EMQr (radial) Horizontal
I	1,0	2,0	2,9	0,8/1,6	2,5
II	2,5	4,9	7,4	2,0/4,0	6,3
...					
VI	20,0	39,2	58,8	16,0/0,32	50,0
...					
IX	100,0	196,0	294,0	80,0/160,0	250,0
X	333,3	653,3	980,0	2266,6/533,3	833,3

Comparação de uso do Percentil

Cobertura	NSSDA (95%)	NDEP (95% e 95º percentil)	Termo de classificação	ASPRS
Terreno aberto	0,10m	0,10m 95%	Fundamental	0,12 m (Sem V)
Terreno urbano	0,14m	0,13m (95º per)	Suplementar	
Mato e plantações	0,25m	0,15m (95º per)	Suplementar	0,167m (Com V)
Capoeira	0,16m	0,14m (95º per)	Suplementar	
Floresta	0,33m	0,21m (95º per)	Suplementar	
Consolidado	0,22m	0,13m (95º per)	Consolidado	

NDEP National Digital Elevation Program

NSSDA National Standard for Spatial Data Accuracy

Valores menores

Resumo Padrões para a escala 1:1000

ESCALA 1:1000

DECRETO 89817/1984			ET-ADGV			ASPRS-2014			
Classe	EP	PEC (90%)	Classe	EP	PEC (90%)	Classe	EMQ	PEC (90%)	AC (95%)*
A	30cm	50 cm	A	17cm	28cm	I	12,5cm	20,6cm	30,6cm

* AC Acuracia Horizontal Circular = $2,448 \times 12,5 = 30,6\text{cm}$

PEC = $1,6449 \times 12,5 = 20,6\text{cm}$

CURVA NIVEL INT DE 1m

ESCALA 1:1000

DECRETO 89817/1984			ET-ADGV MDE			ASPRS-2014 SEM VEG		
Classe	EP	PEC (90%)	Classe	EP	PEC (90%)	Classe	EMQz	AV(95%)
A*	1/3	1/2	A	17cm	27cm	VII	33,3cm	65,3cm
			ET-ADGV CURVA DE NÍVEL			ASPRS-2014 COM VEG		
						95º perc		
			A	33cm	50cm	VII	65,3cm	98,0cm

* Não especifica o espaçamento

Conclusões:

- Os significativos ganhos em precisão e acurácia dos novos dados geospaciais permitem pelo menos dobrar a qualidade dos produtos finais
 - São necessárias algumas complementações das definições e procedimentos nas normas oficiais
 - Nos casos omissos das normas é fundamental que os contratos tragam todas as especificações necessárias sobre o controle de qualidade, durante a execução do serviço e dos produtos finais.
-

*Pela Atenção
Muito Obrigado!*

danielcs@ufpe.br