

UMA PROJEÇÃO CONFORME ADEQUADA AO MAPA GERAL DO BRASIL

PROF. ALÍRIO H. DE MATOS
Assistente Coordenador de Cartografia
do S. G. C.

O BRASIL só pode ser representado em conjunto em um mapa cuja escala seja menor que 1:2 000 000, desde que se queira te-lo em um tamanho razoável para poder ser afixado em uma parede.

Resulta que, tratando-se de uma escala pequena, qualquer dimensão a ser tomada no mapa estará sujeita às deformações inevitáveis produzidas por qualquer espécie de projeção.

A projeção mais usual é a policônica ordinária, tendo como meridiano central o meridiano de 54° WG. Por ser extraordinariamente simples de ser calculada e já estar reduzida a tabelas, ela é geralmente preferida, apesar dos defeitos que apresenta. Esta projeção, com efeito, apresenta distorções lineares e angulares que não lhe dão um caráter científico. Os paralelos mantêm a verdadeira grandeza, ao passo que os arcos do meridiano são gradativamente aumentados à medida que se distanciam do meridiano central, apresentando no extremo leste um acréscimo de 5%.

Esta desigualdade de distorções, ou como melhor se diria a desigualdade de escalas entre meridianos e paralelos produz como é natural um desvio nas direções (rumos) desvio este variável com a própria direção. Esta distorção é pequena e dificilmente apreciável, dada a fraca precisão com que são tomadas as direções em mapas de escalas pequenas.

As projeções conformes têm um caráter mais científico, porque qualquer figura pequena representada no mapa é semelhante à verdadeira, isto é: ela mantêm fiéis os ângulos e as distâncias são proporcionais. O fator de proporcionalidade é que varia de acôrdo com a posição da área considerada no mapa.

Assim, em uma projeção conforme, quando se diz que em tal ponto do mapa existe uma dada deformação, isso significa que tôdas as distâncias dentro de uma pequena área ao redor dêsse ponto estão aumentadas ou diminuídas de acôrdo com a distorção, sem que as direções dentro da mesma área estejam alteradas. Em outras palavras, a área representada é semelhante à original, mas está aumentada ou diminuída de uma certa porcentagem. Isto não se aplica a áreas grandes e, diga-se de passagem, nenhuma espécie de projeção realiza esta condição.

A projeção conforme usada pelo Serviço Geográfico do Exército é a projeção Mercator transversa, também chamada de GAUSS, pelos alemães, embora não tenha sido êle o seu inventor. É uma projeção cilíndrica cujo eixo é perpendicular ao eixo da Terra. Esta projeção possui tôdas as características científicas de uma projeção conforme e aumenta as distâncias à medida que as áreas consideradas se afastam

de um dado meridiano central. Assim, se considerarmos no mapa u. Brasil o meridiano de 54° WG como meridiano central, a distorção ao longo do meridiano de 34° é ligeiramente maior que 5%, isto é: tôdas as pequenas figuras cujo centro esteja situado em qualquer ponto do meridiano 34° estão aumentadas de 5% e as áreas estarão portanto acrescidas de 10%. Pode-se, como aliás em qualquer outra projeção, reduzir à metade êsse acréscimo, reduzido de 2,5% todo o dimensionamento do mapa.

Reduz-se assim a 2,5% a deformação máxima em distâncias e a 6,3% a deformação em área. Haverá contração nas áreas vizinhas do meridiano central e distensão nos meridianos extremos.

A observação do mapa das Américas editado pela American Geographical Society, no qual foi usada uma projeção cônica bipolar oblíqua conforme, levou-nos ao exame da possibilidade de resolver o problema para a carta geral do Brasil pela adoção de uma projeção (mono) polar oblíqua conforme afim de obter deformações menores que as obtidas por outros sistemas.

Essa redução nas deformações provém do fato de se aproveitar a dimensão menor do Brasil na direção das geratrizes do cone.

Com efeito a dimensão máxima do Brasil no sentido leste-oeste é de cêrca de 39° o que prejudica o emprêgo da projeção Mercator transversa. A dimensão máxima na direção norte-sul é também de 39° , o que prejudica qualquer tipo de projeção normal cilíndrica ou cônica. Mas a distância do litoral do Rio-Grande-do-Norte ao morro dos Quatro-Irmãos em Mato-Grosso é de 28° , circunstância esta que favorece consideravelmente o estabelecimento de uma projeção cônica colocando-se o pólo do cone aproximadamente na linha que liga êsses dois pontos.

Depois de algumas tentativas, conseguimos o *desideratum* localizando o pólo do cone na latitude 26° sul longitude 78° WG.

Foram adotados dois círculos menores concêntricos tendo como centro êsse pólo, nos quais a deformação é nula.

Os círculos menores extremos, o primeiro tangente, às proeminências dos Territórios do Acre e morro dos Quatro-Irmãos darão uma deformação positiva (aumento) de 1,38% o segundo, tangenciando o extremo nordeste no litoral do Rio-Grande-do-Norte, terá um aumento de 1,44%. As linhas de igual deformação serão círculos concêntricos traçados ao redor do pólo do cone e a deformação máxima negativa na parte central será de 1,72%.

Esta projeção foi calculada nas seguintes etapas:

1.º) — Representação conforme do elipsóide sôbre uma esfera circunscrita ao equador. Para isso, as latitudes geodésicas foram transformadas em isométricas, sem alteração das longitudes.

2.º) — Cálculo dos elementos da projeção cônica oblíqua dessa esfera. Foi adotada a constante do cone n.º 0,875 resultando para o logaritmo de escala da projeção $\log m = 4,0546890$ suposta a escala do mapa 1:1 000 000.

3.º) — Cálculo das geratrizes do cone e dos ângulos planos correspondentes às intersecções dos meridianos e paralelos de 2 em 2 graus.

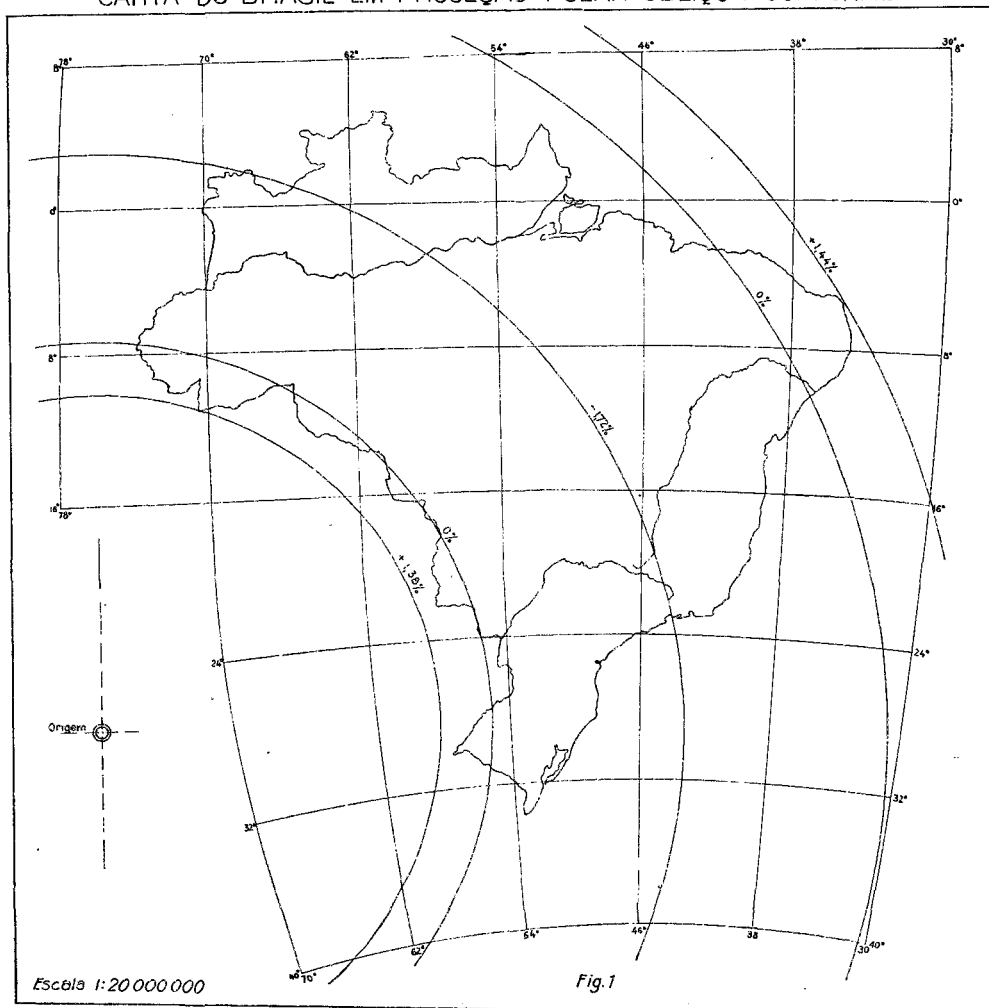
4.º) — Cálculo das coordenadas planas desses mesmos pontos conseqüentes ao desenvolvimento do cone na escala de 1:1 000 000. Damos na figura 1 a projeção com a representação aproximada do contôrno do Brasil em escala de 1:20 000 000.

As linhas de igual deformação são, como se vê, círculos concêntricos e as linhas representadas na figura são as de máxima deformação positiva ou negativa.

Finalmente o gráfico n.º 2 permite conhecer a deformação em qualquer ponto da carta colocando-se a origem O do gráfico sôbre o pólo, girando em seguida o eixo OX até que êle passe pelo ponto procurado. A deformação na escala no sentido perpendicular a eixo OX. O sinal + indica que as distâncias estão alongadas no mapa, o sinal — indica que elas estão encurtadas.

Segue a lista das coordenadas da rêde de meridianos e paralelos. A origem é o pólo situado na latitude 26º sul longitude 78º WG. O eixo dos Y é o meridiano de 78º.

CARTA DO BRASIL EM PROJEÇÃO POLAR OBLÍQUA CONFORME



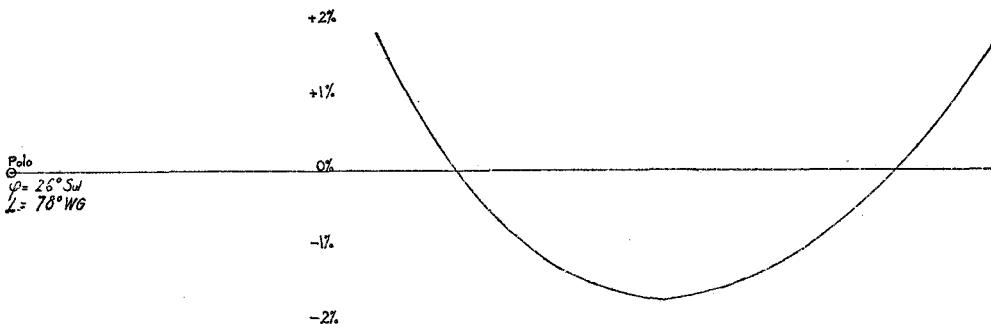


Fig. 2

PROJEÇÃO CÔNICA OBLÍQUA CONFORME DO BRASIL
LONGITUDES

Latitude	30° WG	38° WG	46° WG	54° WG	62° WG	70° WG	78° WG
+ 8°	x=+5.133,70 y=+4.043,62	x=+4.198,23 y=+4.052,14	x=+3.290,93 y=+4.046,60	x=+2.402,78 y=+4.047,38	x=+1.524,77 y=+4.025,09	x=+ 652,66 y=+4.017,33	x=+ 190,35 y=+4.010,98
0°	x=+5.105,63 y=+3.113,47	+4.186,89 +3.141,83	+3.291,14 +3.156,94	+2.409,05 +3.158,61	+1.532,02 +3.151,47	+ 657,27 +3.146,85	- 219,12 +3.145,25
- 8°	x=+5.044,43 y=+2.192,81	+4.152,84 +2.250,45	+3.277,89 +2.280,60	+2.410,39 +2.288,44	+1.540,90 +2.281,71	+ 663,55 +2.270,93	- 221,31 +2.268,01
-16°	x=+4.966,25 y=+1.296,03	+4.100,93 +1.370,91	+3.257,33 +1.409,83	+2.414,02 +1.418,95	+1.558,91 +1.397,30	+ 678,50 +1.388,09	- 226,68 -1.355,78
-24°	x=+4.840,56 y=+ 406,92	+4.035,42 + 497,07	+3.235,25 + 539,06	+2.430,41 + 536,58	+1.606,78 + 491,28	+ 735,19 + 406,57	— —
-32°	x=+4.703,82 y=- 471,72	+3.959,44 - 373,62	+3.216,34 - 333,26	+2.468,70 - 347,28	+1.706,61 - 421,98	— —	— —
-40°	x=+4.545,70 y=+1.348,83	+3.874,55 -1.244,33	+3.201,28 -1.207,08	+2.528,49 -1.227,44	+1.853,18 -1.313,50	— —	— —

Posição do eixo do cone latitude 26°, sul, longitude 76° WG.
As coordenadas são expressas em milímetros na escala de 1:1 000 000.
x positivos para leste
y positivos para o norte.

*

RESUME

Mr. le Professeur ALLYRIO HUGUENEY DE MATOS, Assistant Coordinateur de Cartographie du S. G. C., présente, dans cet article, une nouvelle projection cartographique, qui offre l'avantage de représenter le territoire brésilien suivant l'échelle de 1:2 000 000, avec des déformations plus petites que celles utilisées jusqu'ici.

L'auteur commence par dire: que la projection polyconique ordinaire est généralement la projection préférée parce qu'elle est très facile à calculer, étant donné que les calculs sont déjà réduits à des tables, mais comme le méridien central correspond au méridien de 54° ouest de Greenwich, la déformation des arcs de méridien augmente gradativement à partir du méridien central, atteignant 5 % à l'extrême Est.

La projection polyconique produit, en outre, des déviations suivant les directions ou orientations qui varient en fonction de ces mêmes directions ou orientations, vu que les méridiens souffrent des augmentations gradatives, tandis que les parallèles se maintiennent en vraie grandeur.

L'auteur affirme, ensuite, que la projection conforme est plus scientifique, parce que n'importe quelle figure garde sur la carte une similitude avec la figure réelle, comme une conséquence du fait que les angles se maintiennent les mêmes et que les distances restent proportionnelles. Il faut cependant remarquer que les projections conformes peuvent donner lieu à des déformations qui atteignent 2,5 % pour les distances et 6,3 % pour les aires, comme c'est le cas de la projection conforme utilisée par le Service Géographique de l'Armée, qui est une projection de Mercator transverse, appelée aussi de projection de Gauss par les Allemands, quoique Gauss n'ait pas été son inventeur.

L'auteur déclare que son attention fut attirée par la projection conique bipolaire oblique conforme, utilisée récemment par l'American Geographical Society lors de la publication d'une carte des Amériques dans la Revue de la dite Société.

L'étude d'une projection monopolaire oblique conforme est faite par l'auteur, en plaçant le pôle du cône approximativement sur la ligne qui joint le littoral du Rio Grande do Norte au Morro dos Quatro Irmãos dans l'Etat de Mato Grosso et qui est une des plus grandes lignes géodésiques du territoire brésilien, elle mesure à peu près 28°.

Les études faites par l'auteur ont abouti à des bons résultats. Les graphiques qui accompagnent l'article montrent comment a été calculée la projection sus mentionnée: le graphique n. 1, représente les contours du Brésil dans l'échelle de 1:20 000 000 et les lignes d'égaux déformations, qui atteignent tout au plus 1,72 %; le graphique n. 2, permet de calculer la déformation en n'importe quel point de la carte; et, le quadre n. 3, donne une relation des coordonnées qui forment le réseau des méridiens et des parallèles.

RESUMEN

El Prof. ALLYRIO HUGUENEY DE MATOS, Asistente Coordinador de Cartografía del S. G. C., presenta en el artículo una nueva proyección cartográfica, que ofrece la ventaja de representar el territorio brasileño en la escala de orden de 1:2 000 000 con deformaciones menores que las proyecciones hasta ahora usadas.

Inicialmente, el autor dice que la proyección policónica ordinaria es la generalmente preferida por ser de cálculo muy fácil y por estar reducida a índices; pero que, teniendo por meridiano central el meridiano de 54° WG, la deformación de los arcos de meridiano aumenta gradualmente a partir del meridiano Central, presentando un acrecimiento de 5 % en el extremo este.

Fuera de esto, la proyección policónica produce desvíos en las direcciones o rumbos variables con la propia dirección o rumbo, porque, mientras los paralelos se mantienen en su verdadera magnitud, los meridianos sufren aumentos graduales.

En seguida, el autor afirma que la proyección idéntica (conforme) es más científica, pues cualesquier figura pequeña e nel mapa es semejante a la verdadera porque los ángulos en ella se mantienen y las distancias son proporcionales; entretanto, como sucede por ejemplo con la proyección idéntica (conforme) usada por el Servicio Geográfico del Ejército — que es la proyección Mésator transversa, también llamada de Gauss por los Alemanes, aunque Gauss na haya sido su inventor —, las deformaciones llegan a alcanzar 2,5 % en distancias y 6,3 % en áreas.

Revela entonces el autor que tuvo su atención despertada para la proyección cónica bipolar oblicua conforme, recientemente aparecida en un mapa de las Americas publicado por la American Geographical Society en su Revista.

El autor estudió una proyección monopolar oblicua conforme, colocando el polo del cono aproximadamente en la línea que luga el litoral del Rio Grande do Norte al Morro dos Quatro Irmãos en el Estado de Mato Grosso, que es una de las mayores geodésicas del territorio brasileño, medindo cerca de 23°.

Los estudios llegaron a un resultado satisfactorio, la proyección fué calculada según esclarecen los anexos al artículo: el anexo n.º 1, que presenta el contorno del Brasil en escala de 1:20 000 000, y las líneas de deformación igual, que alcanza el máximo de 1,72 %; el anexo n.º 2 es un gráfico que permite conocer la deformación en cualesquier punto de la carta; y el anexo n.º 3 es relación de las coordenadas de la red de meridianos y paralelos.

RIASSUNTO

Il Prof. ALLYRIO HUGUENEY DE MATOS descrive in questo articolo una nuova proiezione cartografica, che ha il vantaggio di permettere la rappresentazione del territorio brasiliano a scale dell'ordine di 1:20 000 000, con deformazioni minori di quelle inerenti alle proiezioni in uso.

Della proiezione policonica dice l'autore che è preferita perchè ne riesce agevole il calcolo, facilitato da apposite tavole; ma, poichè in questa proiezione è adottato come meridiano centrale il 54° O. G., gli archi di meridiano risultano deformati, tanto più quanto più lontani dal meridiano centrale, fino a presentare un aumento del 5 % nell'estremo Est.

Nella proiezione policonica, inoltre, le direzioni e gli orientamenti sono alterati, in misura variabile, perchè, mentre i paralleli mantengono le loro vere grandezze, i meridiani aumentano gradualmente.

L'autore ritiene che la proiezione ortomorfica sia la più conforme a criteri scientifici, perchè qualunque piccola figura della carta è simile alla vera, non essendo alterati gli angoli ed essendo proporzionali le distanze; tuttavia, le deformazioni giungono a 2,5 % per le distanze e 6,3 % per le aree, come accade, per esempio, con la proiezione usata dal Servizio Geografico dell'Esercito, che è la proiezione trasversale di Mercator, denominata dai Tedeschi proiezione di Gauss, sebbene non sia stata ideata da codesto eminente matematico.

Una proiezione cónica bipolar obliqua ortomorfica, usata recentemente in una carta dell'American Geographical Society, condusse l'autore e studiare una proiezione monopolare obliqua ortomorfica, in cui polo del cono è situato all'incirca sulla linea che unisce il litorale del Rio Grande do Norte alla collina Quatro Irmãos nello Stato di Mato Grosso: una delle maggiori linee geodetiche del territorio brasiliano, che misura circa 23°.

Questi studi condussero a risultati soddisfacenti; la proiezione fu calcolata come mostrano gli allegati all'articolo: l'allegato n.º 1, che presenta il contorno del Brasile alla scala di 1:20 000 000, e le linee di uguale deformazione (questa è al massimo 1,72 %); l'allegato n.º 2, grafico che dà il valore della deformazione in qualunque punto della carta; e l'allegato n.º 3, elenco delle coordinate della rete di meridiani e paralleli.

SUMMARY

Prof. ALLYRIO HUGUENEY DE MATOS, Assistant Coordinator of Cartography of the G. C. S., presents in his article a new cartographic projection, which offers the advantage of representing the Brazilian territory in a scale of 1:2 000 000 with smaller deformations than the projections used thus far.

The author begins by saying that the ordinary polyconic projection is the one mostly used because it is easy to calculate and because it is reduced to tables; but that, having as central meridian the meridian 54° WG, the deformation of the meridian arcs gradually increase starting at the Central Meridian, showing an increase of 5 % at the extreme east.

Besides this, the polyconic projection produces diversions in the variable directions or routes with its own direction or route, because, while the parallels remain in real greatness, the meridians suffer gradual increases.

Then the author affirms that the identical projection is more scientific, because any small figure on the map is similar to the real one, as the angles remain any the distances are proportional; whereas, as it happens for example with the identical projection used by the Geographic Department of the Army — which is the transverse Mercator projection, also called Gauss by the Germans, although Gauss may not have been its inventor —, the deformations are up to 2,5 % in distance and 6,3 % in area.

Then the author states that his attention was drawn by the identical conic bipolar oblique projection, recently appearing on a map of the Americas published by the American Geographical Society in its magazine.

The author has studied an identical monopolar oblique projection, placing the pole of the cone approximately on the line which connects the litoral of Rio Grande do Norte with Morro dos Quatro Irmãos in the State of Mato Grosso, which is one of the greatest geodesics of the Brazilian territory, measuring approximately 28°.

His studies gave a satisfactory result, the projection was calculated as it is shown on the enclosures accompanying this article; enclosure n.º 1 presents the profile of Brazil in a scale of 1:20 000 000 and the lines of equal deformation, which reach a maximum of 1,72 %; enclosure n.º 2 is a graphic which makes it possible to see the deformation on any point on the map; and enclosure n.º 3 is a relation of the co-ordinates of the net of meridians and parallels.

ZUSAMMENFASSUNG

Herr Dr. ALLYRIO HUGUENEY DE MATOS, Koordinations-Assistent der Kartographie des S. G. C., zeigt in dieser Abhandlung eine neue kartographische Projektion, welche den Vorteil hat, Brasilien im Magsstab 1:2 000 000 mit kleineren Deformationen als bei den sonst üblichen Projektionen zu zeigen.

Zuerst stellt der Verfasser fest, dass die gewöhnlich polykonische Projektion die bevorzugte ist, weil sie am leichtesten zu errechnen ist und weil sie in Tabellen reduziert ist; aber da sie den Meridian von 54° WG als Zentral-Meridian hat, vergrößert sich die Deformation des Bogens des Meridians und zeigt einen Anwuchs von 5% im äussersten Osten.

Ausserdem erzeugt die polykonische Projektion Abweichungen in den Richtungen, veränderlich im derselben Richtung, weil, während die Parallelekreise ihre wirkliche Grösse behalten, die Meridiane Vergrößerungen erleiden.

Dann stellt der Verfasser fest, dass die konforme Projektion die wissenschaftlichere ist, denn jede kleine Figur auf der Karte ist der wirklichen ähnlich da die vorhandenen Winkel sich behaupten und die Entfernungen proportional sind; während, wie es zum Beispiel, mit den konformen Projektionen, welche bei dem geographischen Dienstes des Heers angewandt werden, Abweichungen von 2,5% in der Entfernung und 6,3% in der Fläche verursachen.

Dann erwähnt der Verfasser dass seine Aufmerksamkeit auf die konische bipolarische oblique conforme Projektion gelenkt wurde, durch eine Karte des amerikanischen Kontinents, die in der Zeitschrift der American Geographical Society erschienen ist.

Der Verfasser studiert dann eine monopolare oblique conforme Projektion und legt den Pol des Konus ungefähr an die Linie welche die Küste von Rio Grande do Norte mit dem Gebirge der Vier Brüder im Staate von Mato Grosso verbindet. Diese Linie ist eine der grössten Geodesischen des Brasilianischen Staates, und misst ungefähr 28°.

Die Studien kamen zu einem zufriedenstellenden Abschluss, die Projektion wurde kalkuliert wie die Anhänge zu diesen Artiklen erklären: Anhang 1, der den Umriss Brasiliens in dem Massstab von 1:20 000 000 zeigt, und die Linien der gleichen Deformation, welche höchstens, 1,72% erreichen; der Anhang 2 ist eine Zeichnung welche es erlaubt die Deformation irgend eines Punktes der Karte zu erkennen; und der Anhang 3 ist die Relation der Koordinierung des Netzes der Meridiane und Parallelen.

RESUMO

Professoro ALLYRIO HUGUENEY DE MATOS, Asista Kunordiganto de Kartografio de Geografia kaj Kartografia Servo, prezentas en sia artikolo novan kartografian projekcion, kiu oferas la utilon prezenti la brazilan teritorion laŭ la skalo de 1:2 000 000 kun misaspektigoj pli malgrandaj ol la ĝis nun uzataj projekcioj.

Komence la aŭtoro diras, ke la ordinara multkonusa projekcio estas ĝenerale preferata pro tio ke ĝi estas tre facile kalkulebla kaj esti reduktita al tabeloj; sed ke, ĉar ĝi havas por centra meridianoj tiu de 54° WG, la misaspektigo de la meridianaj arkoj iom post iom pli grandigas ekde la centra meridianoj kaj prezentas pli grandigon de 5 % de la orienta ekstremo.

Krom tio, la multkonusa projekcio okazigas deturbojn ĉe la direktoj aŭ irvojoj, varieblaj kun la propra direkto aŭ irvojoj, ĉar, dum la paraleloj restas en vera grandeco, la meridianoj suferas lompostiomajn pli grandigojn.

Poste la aŭtoro diras, ke la konforma projekcio estas pli scienca, ĉar iu ajn malgranda figuro en la mapo estas simila al la vera tial ke la anguloj en ĝi sin tenas kaj la distancoj estas proporciaj; tamen, kiel okazas, ekzemple, kun la konforma projekcio uzata de la Milita Geografia Servo — kiu estas la transversa Mercatoria projekcio, ankaŭ nomata Gauss de la germanoj, kvankam Gauss ne estis ĝia inventinto —, la misaspektigoj iras ĝis ili atingas 2,5 % de distancoj kaj 6,3 % je areoj.

Tiam la aŭtoro deklaras, ke ĝia atento estis vekita al la konforma konusa oblikva bipolusa projekcio, ĵus aperinta en mapo de la Amerikoj publikigita de la American Geographical Society en sia Revuo.

La aŭtoro studis konforman oblikvan monopolan projekcion, metante la poluson de la konuso proksimume ĉe la linio, kiu ligas la marbordon de Rio Grande do Norte al la Monto de la Kvar Fratoj en Stato Mato Grosso, kiu estas unu el la plej grandaj geodezioj de la brazila teritorio kaj mezuras ĉirkaŭ 28°.

La studoj alvenis al kontentiga rezultato, la projekcioj estis kalkulitaj laŭ klarigas la aneksaĵoj al la artikolo: la aneksaĵo n.º 1, kiu prezentas la konturon de Brazilo laŭ la skalo de 1:20 000 000, kaj la liniojn de misaspektigo, kiu atingas la maksimumon de 1,72 %; la aneksaĵo n.º 2 estas grafiko kiu permesas koni ĉiun misaspektigon en iu ajn loko de la mapo; kaj la aneksaĵo n.º 4 estas rilato de la koordinatoj de la reto de meridianoj kaj paraleloj.*