

Dados espectrais do satélite SPOT alteram a construção de modelos de adequabilidade para uma espécie endêmica do Chaco?

Alan Sciamarelli¹
Thomaz Ricardo Favreto Sinani²
Ângela Lúcia Bagnatori Sartori²

¹Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD/FCBA
Caixa Postal 322 - 79825-070 – Dourados - MS, Brasil
alansciamarelli@ufgd.edu.br

²Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal –
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/CCBS
Avenida Costa e Silva s.n. - 79070-900 - Campo Grande - MS, Brasil.
thomaz.sinani@ufms.br
albsartori@gmail.com

Abstracts: Knowing the conservation status of a region is not always possible, therefore, get hit record and the actual distribution and full of a species it is difficult to achieve because of factors that prevent the realization of inventories. Modeling can be useful for the study of conservation of rare or endangered species, biodiversity loss, climate change impacts, assessment of the invasive potential of exotic species, assistance in determining priority areas for conservation, among others. European Space Agency (ESA) releases large amounts of data in a wide range of subjects to benefit the environment. The study aimed to verify the influence of the spectral data of SPOT VGT satellite called Dry Matter Productivity (DMP) and Fraction of Vegetation Cover (FCover) on the modeling of distribution of *Prosopis rubriflora*. Spectral data DMP and FCover used in 2013 in the months of January to March and June to August. The algorithm used was Environmental distance (ED) of openModeller Desktop application. The models generated with BIOCLIM data showed lower environmental suitability areas than the other models. The models generated with BIOCLIM data and DMP do not have a discontinuity to central Bolivia and suggests very limited in the Brazilian coastal areas. The models generated with BIOCLIM data and FCover suggests environmental suitability throughout Paraguay and northeastern Argentina. The data provided by ESA were important for the development of species distribution models

Palavras-chave Dry Matter Productivity, *Prosopis rubriflora*, species distribution, Fraction of Vegetation Cover, biomassa seca, *Prosopis rubriflora*, Distribuição de espécies, cobertura vegetal parcial.

1. Introdução

Em escala mundial, Leguminosae serve de modelo de estudo para abordagens fitogeográficas, pois constitui um grupo altamente bem sucedido, que ocupa a maioria dos habitats terrestres como florestas tropicais secas, úmidas, temperadas, savanas, campos e desertos, sendo protagonistas da biota global (Schrire et al. 2005) e regional (Simon e Proença 2000; Flores e Miotto 2005; Werneck 2011; Flores e Tozzi 2008; Cardoso e Queiroz 2007).

Na diagonal das áreas secas da América do Sul, o Chaco apresenta maior riqueza e maior endemismo quando comparado aos demais domínios, favorecido pelos verões mais quentes, atingindo altas temperaturas, o que pode explicar a maior riqueza de espécies de Leguminosae, pois a família é altamente adaptada a ambientes quentes e secos (Lima et al. 2015).

Os dados sobre a elevada diversidade de Leguminosae no Chaco brasileiro (Lima et al. 2015) juntamente com os registros da distribuição geográfica do grupo, relatados em vários estudos, fornecem subsídios para corroborar hipóteses biogeográficas da formação do Chaco (Queiroz 2006), as quais são de suma importância para o entendimento das relações históricas e da evolução da flora da diagonal das áreas secas (Cardoso e Queiroz 2011).

O conhecimento da vegetação é um importante indicador sobre a biodiversidade e do estado de conservação de uma determinada região (Noss 1990), porém nem sempre é possível obter registro de ocorrência, pois a distribuição real completa é difícil de ser obtida em virtude de fatores que impossibilitam a realização de inventários exaustivos (Schmidt 2007). Além de produzir modelos de distribuição potencial em análises biogeográficas, a modelagem pode ser útil para o estudo da conservação de espécies raras ou ameaçadas, reintrodução de espécies, perda de biodiversidade, impactos de mudanças climáticas, avaliação do potencial invasivo de espécies exóticas, estudo das possíveis rotas de disseminação de doenças infecciosas, auxílio na determinação de áreas prioritárias para conservação, entre outros (Giannini et al. 2012). A modelagem consiste em um processamento computacional que associa a informação geográfica de pontos de ocorrência (dados bióticos) com variáveis ambientais (dados abióticos) do presente e do passado, o que gera uma representação das condições requeridas pelas espécies. O uso de algoritmos tem sido aplicado para criar modelos que representam essas condições e que podem ser projetados sobre um mapa que exhibe as áreas potenciais de ocorrência dessas espécies (Giannini et al. 2012).

A Agência Espacial Europeia (ESA) está produzindo dados espectrais baseados em metodologias diferentes para avaliação da vegetação. Um programa dentro da agência é o *Copernicus* (Programa de Segurança de Monitorização Global) um sistema unificado por meio do qual grandes quantidades de dados são fornecidos em uma variedade de serviços de informação temáticos para beneficiar o meio ambiente, a maneira como vivemos, as necessidades humanitárias e apoiar a elaboração de políticas eficazes para um futuro mais sustentável

ESA
(http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview3: Disponível em 24 de junho de 2016)

Neste contexto, o estudo teve como objetivo verificar a influência dos dados espectrais do satélite SPOT-VGT denominados *Dry Matter Productivity* (DMP) e os dados *Fraction of Vegetation Cover* (FCover) sobre a modelagem de distribuição de uma espécie vegetal endêmica de Chaco.

2. Material e Métodos

O Chaco ocorre na região centro-sul da América do Sul com uma área maior que 800.000 km² de extensão, estendendo-se desde as regiões do norte e centro da Argentina, Paraguai oriental e sudeste da Bolívia para o extremo oeste do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil

(Prado e Gibbs 1993). O Chaco se encontra em uma planície uniforme, que corresponde a uma bacia sedimentar de solos de sedimentos finos transportados pelo vento (*loess*), profundos e compactada, quase sem rochas, o que dificulta a infiltração e deixa o lençol freático usualmente fora do alcance das raízes das plantas (Zanella 2011). Normalmente, o Chaco possui vegetação arbórea aberta, caracterizada por espécies espinhosas, caducifólias, com folhas pequenas e características xerófitas (Hueck 1972).

A espécie alvo de estudos foi *Prosopis rubriflora*, leguminosa endêmica de áreas úmidas de Chaco, com distribuição no Paraguai e Brasil, geralmente em fisionomias de Chaco arborizado (Pott et al. 2011).

Para a obtenção dos dados de localização geográfica de presença das coletas (dados bióticos) e posterior modelagem da distribuição de espécies, foram utilizados dados não digitalizados dos herbários CGMS (Brasil), FCQ (Paraguai) e PY (Paraguai) e dados digitalizados de herbários virtuais, disponíveis no GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) (<<http://www.gbif.org/>> em 30 de abril de 2016) e *Specieslink* (<<http://www.splink.org.br>> em 30 de abril de 2016). O registro de ocorrência das espécies foi considerado na consulta de materiais-tipos ou quando confirmado por especialistas. *Prosopis rubriflora* Hassl. (Mimosoideae), apresentou 31 pontos de ocorrência.

Para a elaboração dos modelos foram obtidos conjuntos de variáveis ambientais de clima (INMET/*Worldclim*) descrito em Hijmans et al. (2005), na resolução aproximada de um quilômetro e extraídos no tamanho da América do Sul. Os produtos do sensor SPOT-VGT, na resolução de um quilômetro podem fornecer, dados de NDVI trabalhados segundo Monteith (1972) *Dry Matter Productivity* (DMP) e os dados *Fraction of Vegetation Cover* (FCover) segundo Baret et al. (2013). Foram utilizadas sete imagens no período úmido do ano, de janeiro a março e seis imagens do período seco, de junho a agosto de 2013.

Os *shapes* das regiões ecológicas foram obtidos na *The Nature Conservancy (TNCMaps)* (<http://maps.tnc.org/gis_data.html#TerrEcos> em outubro de 2016)

Prosopis rubriflora é um importante indicador de áreas úmidas do Chaco, e é encontrado no Paraguai e Brasil, geralmente em fisionomias de Chaco arborizado (Pott et al. 2011).

Os modelos foram processados através do algoritmo *Environmental distance* (ED) contido no aplicativo livre e de código aberto *openModeller Desktop* (Muñoz et al. 2009). Para avaliar a qualidade dos modelos gerados, foi utilizado um conjunto de dados independente para cada uma das possibilidades testadas em dois conjuntos de formação (75% teste e 25% de treino).

Os resultados foram organizados com sistema de informação geográfica (SIG) nos softwares QGIS 2.16.3 e ArcGis 9.3.1.

3. Resultados e Discussão

Os modelos gerados apenas com dados do *Bioclim* apresentaram áreas menores de adequabilidade ambiental que os demais modelos gerados acrescidos dos dados espectrais. Propõe também uma descontinuidade em áreas mais ao noroeste dos registros de ocorrência, chegando até em áreas no centro da Bolívia e áreas mais a leste chegando até em áreas do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo no Brasil. **Figura 1, 2 e 3.**

Os modelos gerados com dados de *Bioclim* acrescidos de DMP sugerem áreas parecidas com as dos modelos anteriores, contudo não apresenta uma descontinuidade até a região central da Bolívia e não sugere áreas no litoral brasileiro, reforçando a condição de endemismo da espécie e sugerindo que os dados acrescentam informação pertinente que auxilia na construção dos modelos.

Os modelos gerados com dados de *Bioclim* acrescidos de FCover sugerem as maiores áreas dos três modelos, além de propor uma continuidade de áreas entre a região central da Bolívia e o litoral brasileiro, sugerindo adequabilidade ambiental por todo o Paraguai e nordeste

argentino. Demonstrando que FCover possibilita um melhor conjunto de dados pois o algoritmo é diretamente influenciado com a quantidade e qualidade de informação. Condizente com estudo de Shackleton et al. (2014) que mostra uma maior distribuição do gênero *Prosopis* a oeste do continente sul americano.

A ocorrência restrita de *P. rubriflora* para o Chaco sugere seu alto endemismo e pode ser uma área estável quando os quatro modelos gerados para a espécie. No entanto após as análises dos modelos, propõe-se que outros pontos de ocorrência devam ser analisados. Não há registros desta espécie para Bolívia, aspecto deve ser mais explorado em herbários ainda não digitalizados, pois os modelos mostram uma potencial distribuição até o Peru e uma diminuição das áreas de adequabilidade ambiental no tempo presente.

Os modelos propostos para a espécie evidenciam baixa distribuição ao sul do continente, pois o atual Chaco estava em processo de formação, sem predominância de áreas inundadas e temperaturas extremas (Kruck et al. 2011).

Pelos modelos gerados, a distribuição é condizente com a história biogeográfica da formação da diagonal das áreas secas (Carvalho e Almeida 2011).

As áreas com elevada probabilidade de ocorrência foram apontadas pelos modelos em virtude das condições climáticas serem semelhantes àquelas dos registros de ocorrência. Entretanto, algumas extrapolações dos modelos incluem, áreas potenciais maiores que a distribuição conhecida das espécies selecionadas, o que não leva em consideração as barreiras geográficas (Nascimento et al. 2013).

4. Conclusões

Os dados espectrais obtidos na ESA contribuíram na construção dos modelos, pois os ambientes onde ocorrem *P. rubriflora* são influenciados diretamente as condições vegetacionais da região. Como *P. rubriflora* é uma árvore, os dados de FCover demonstram sugerir ambientes mais relacionados as condições de ocupação da espécie, pois sugerem áreas no Chaco dos demais países. Apesar de dados de NDVI são serem propícios a uma avaliação ambiental de vegetação relativamente aberta como é o Chaco, esses dados da Agencia Espacial Europeia devem ser mais explorados para a construção de modelos de distribuição de espécies, pois colaboraram a biogeografia da espécie.

5. Referências Bibliográficas

Agência Espacial Europeia (ESA). Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview3> Acesso em: 24.junho.2016.

Baret, F.; Weiss, M.; Lacaze, R.; Camacho, F.; Makhmara, H.; Pacholczyk, P.; Smets, B. GEOV1: LAI, FAPAR Essential Climate Variables and FCover global times series capitalizing over existing products. Part1: Principles of development and production. **Remote Sensing of Environment**, v. 137, n.1, p. 299–309, 2013.

Cardoso, D.B.O.S.; Queiroz, L.P. Diversidade de Leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do Nordeste do Brasil. **Rodriguesia**, v. 58, n. 2, p. 379-391, 2007.

Cardoso, D.B.O.S.; Queiroz, L.P. Caatinga no contexto de uma metacomunidade: evidências da biogeografia, padrões filogenéticos e abundância de espécies em Leguminosae. In Carvalho, C.J.B. de; Almeida, E.A.B. (ed.), **Biogeografia da América do Sul: padrões e processos**. São Paulo, Editora Roca, 2011. cap.15, p. 241-260.

Carvalho, C.J.B.; Almeida, E.A.B. eds. **Biogeografia da América do Sul: padrões e processos**. São Paulo: Roca Ltda., 2011. 310 p.

Flores, A.S.; Miotto, S.T.S. Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae) na Região Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n. 2, p. 245-249, 2005.

Flores, A.S.; Tozzi, A.M.G.A. Phytogeographical patterns of *Crotalaria* species (Leguminosae-Papilionoideae) in Brazil. **Rodriguesia**, v. 59, n.3, p. 477-486, 2008.

Giannini, T.C.; Siqueira, M.F.; Acosta, A.L.; Barreto, F.C.C.; Saraiva, A.M.; Alves dos Santos, A. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguesia**, v. 63, n. 3, p. 733-749, 2012.

Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G.; Jarvis, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.

Hueck K. As regiões de matas do Chaco e áreas marginais. In: Azevedo, J.C.A.; Anjos, C.V.; Gomes, L.C.; Lyra Filho, R.; Moraes R.B.; Paraense, W.L.; Fonseca, E.N. (ed.). **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. Brasília: Editora Polígono, 1972. cap. 3, p. 240-275.

Kruck, W.; Helms, F.; Geyh, M.A.; Suriano, J.M.; Marengo, H.G.; Pereyra, F. Late Pleistocene-Holocene History of Chaco-Pampa Sediments in Argentina and Paraguay. **Quaternary Science Journal**, v.60, n. , p 188-202, 2011.

Lima, J.R.; Tozzi, A.M.; e Mansano, V.F. A checklist of woody Leguminosae in the South American Corridor of Dry Vegetation. **Phytotaxa**, v. 207, n. 1, p. 1-38, 2015.

Monteith, J. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, v. 9, n. 3, p.747-766, 1972.

Muñoz, M.E.S.; Giovanni, R.; Siqueira, M.F.; Sutton, T.; Brewer, P.; Pereira, R.S.; Canhos, D.A.L.; Canhos, V.P. *openModeller*: a generic approach to species potential distribution modelling. **GeoInformatica**, v.15, n. 1, p 111-135, 2009.

Nascimento F.F.; Lazar A.; Menezes A.N.; Durans A.D.M.; Moreira J.C.; Salazar-Bravo, J.; D'Andrea, P.S.; Bonvicino C.R. The Role of Historical Barriers in the Diversification Processes in Open Vegetation Formations during the Miocene/Pliocene Using an Ancient Rodent Lineage as a Model. **PLoS ONE**, v. 8, n. 4, p.1-13, 2013.

Noss, R.F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology**, v. 4, n.4, p.355-364, 1990.

Pott, A.; Oliveira, A.K.M.; Damasceno-Junior, G.A.; Silva, J.S.V. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n.1, p. 265-273, 2011.

Prado, D.E.; Gibbs P.E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forest of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.80, n.1, p. 902-927, 1993.

Queiroz, L.P. de The Brazilian Caatinga: Phytogeographical Patterns Inferred from Distribution Data of the Leguminosae. In: Pennington, R.T.; Lewis, G.P.; Ratter, J.A. (ed.) **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation**, London: CRC Press - Taylor e Francis Group, 2006. cap. 4, p.113-149.

Shackleton, R.T.; Le Maitre, D.C.; Pasiiecznik, N.M. e Richardson, D.M. *Prosopis*: a global assessment of the biogeography, benefits, impacts and management of one of the world's worst woody invasive plant taxa. **AoB Plants**, v.6, n.1, p.1-18, 2014.

Schmidt, K. **Distribuição potencial de espécie de Isoptera e conservação do Cerrado**. 2007. 67 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade de Brasília, Brasília. 2007.

Schrire, B.D.; Lavin, M.; Lewis, G.P. Global distribution patterns of the Leguminosae: insights from recent phylogenies. **Biologiske Skrifter**, v.55, n. 1, p. 375-422, 2005.

Simon, M.F.; Proença, C. Phytogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? **Biological Conservation**, v.96, n. 3, p. 279-296, 2000.

The Nature Conservancy (TNCMaps). Disponível em: http://maps.tnc.org/gis_data.html#TerrEcos. Acesso em 03.outubro.2016.

Werneck, F.P. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. **Quaternary Science Reviews**, v.30, n.13-14, p. 1630-1648, 2011.

Wunderlin, R.P. A note on *Bauhinia hagenbeckii* Harms. **Phytologia**, v.17, n.1, p. 245-246, 1968.

Zanella, F.C.V. Evolução da Biota da Diagonal de Formações Abertas Secas da América do Sul. In: Carvalho, C.J.B. de; Almeida, E.A.B. (ed.) **Biogeografia da América do Sul: padrões e processos**. São Paulo: Roca, 2011. Cap. 13, p. 198-220.

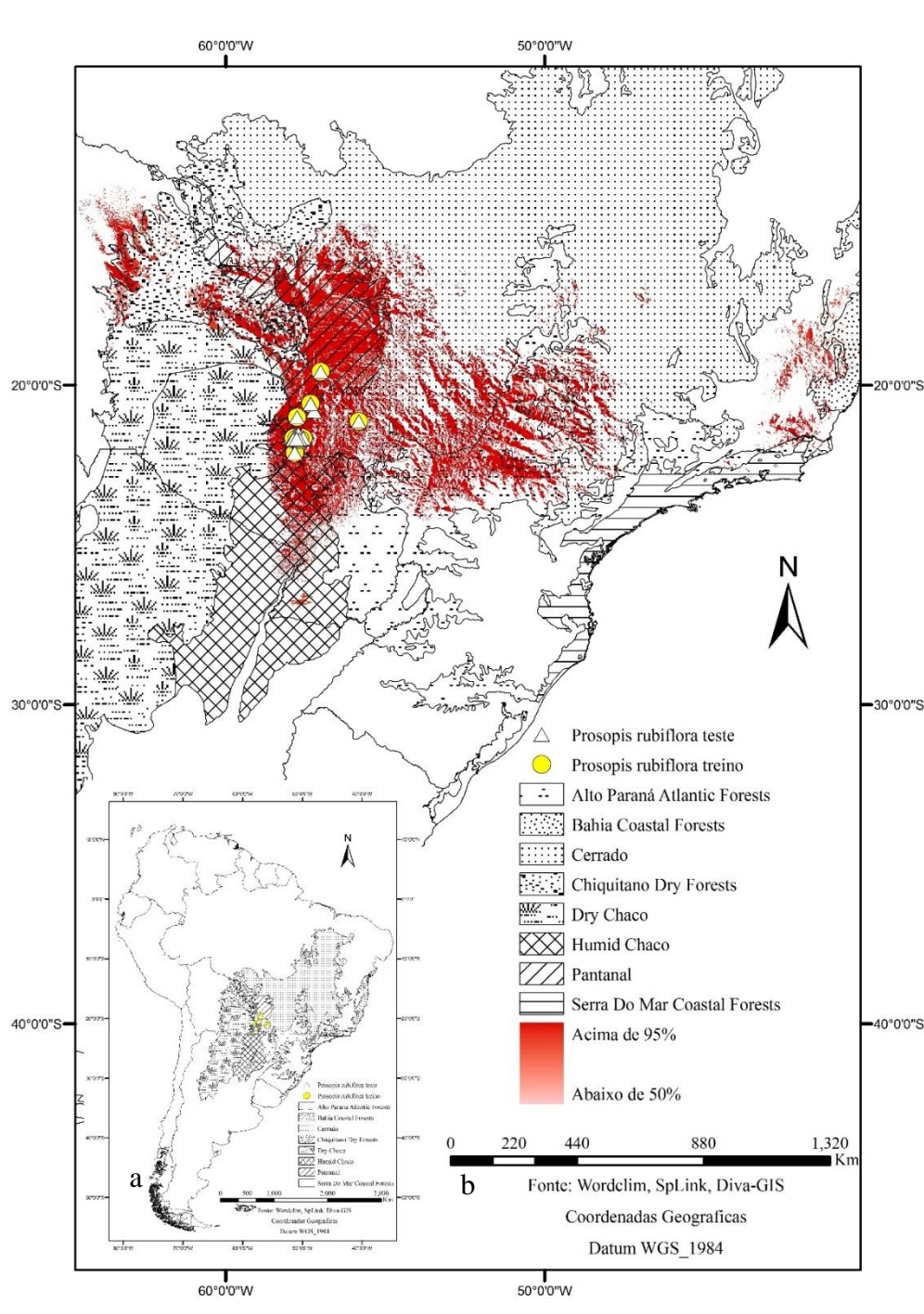


Figura 1. Ocorrências de *Prosopis rubriflora* Hassl. no Chaco escala menor (a). Modelos da distribuição de *Prosopis rubriflora* Hassl. no Chaco com dados de *Bioclim* somente (b).

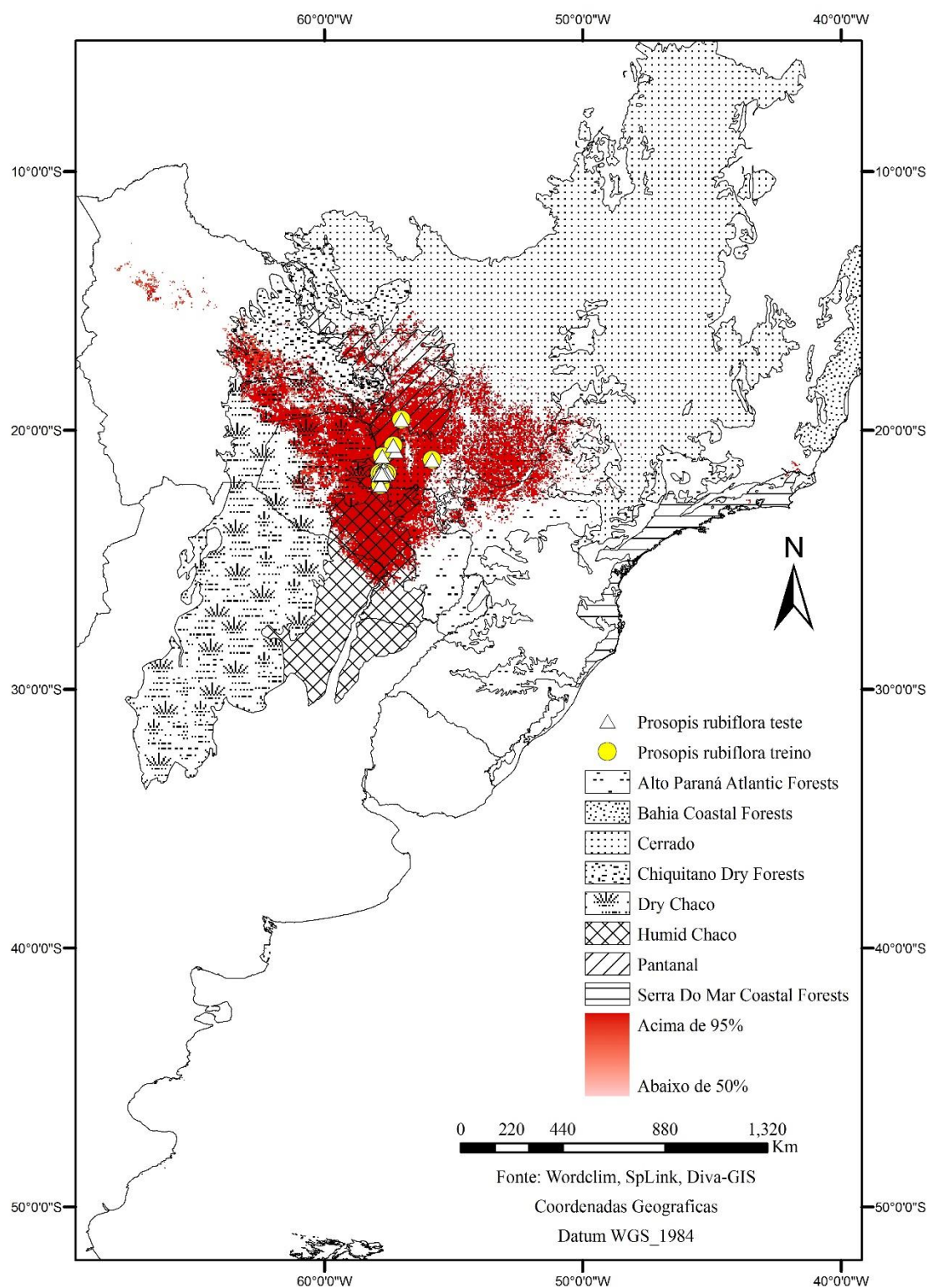


Figura 2. Modelos da distribuição de de *Prosopis rubriflora* Hassl. no Chaco com dados de *Bioclim* acrescentados dos dados DMP-2013

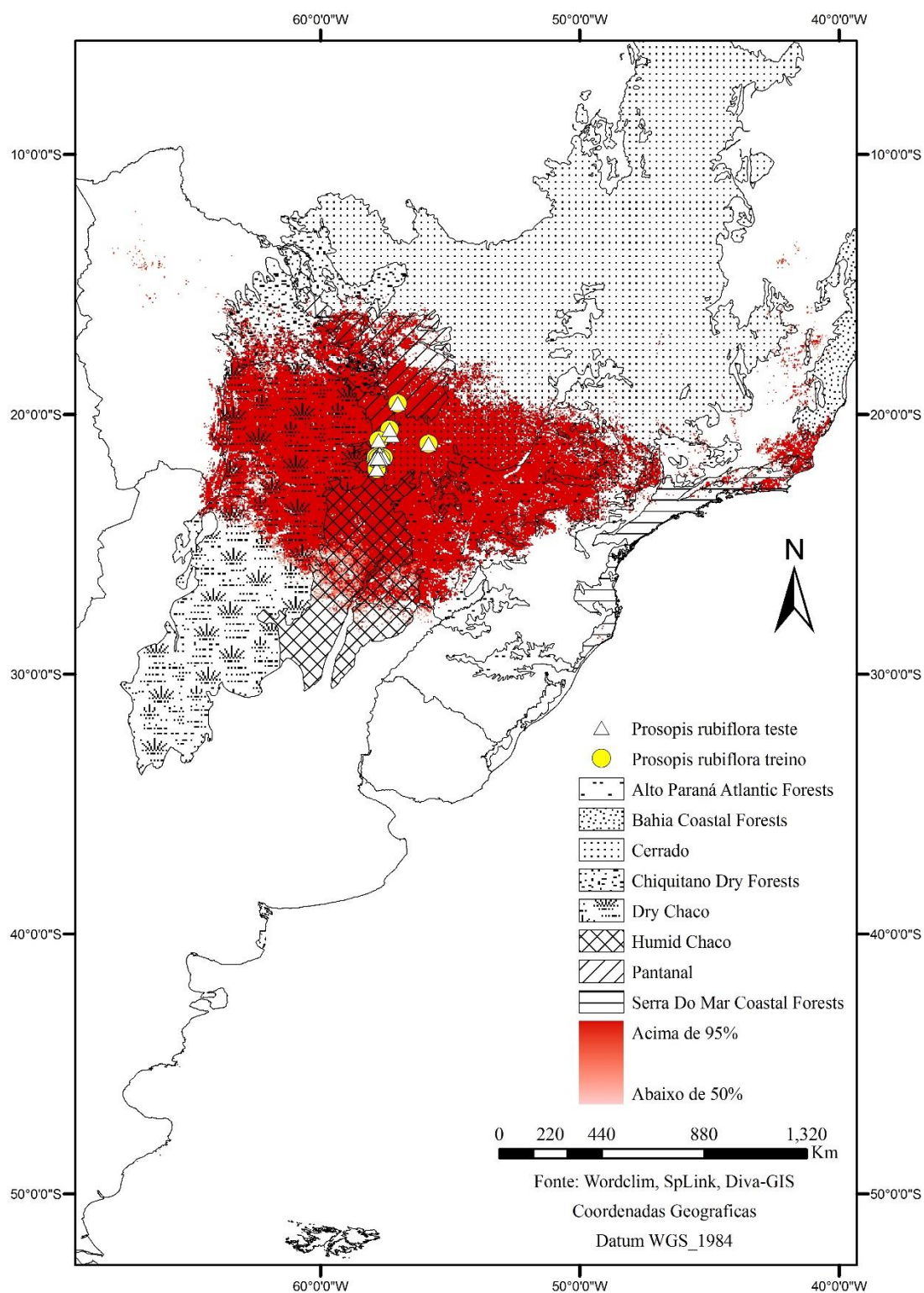


Figura 3. Modelos da distribuição de de *Prosopis rubriflora* Hassl. no Chaco com dados de *Bioclim* acrescentados dos dados de FCover-2013