

Sistema computacional para simulação de cenários envolvendo alterações climáticas para o Estado do Paraná “sisclip”

Egon Walter Wildauer¹
Christel Lingnau¹
Antonio Rioyei Higa¹

¹ Universidade Federal do Paraná - UFPR
Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico - Campus III
80210-170 - Curitiba - Paraná - Brasil
{egon, lingnau, higa}@ufpr.br

Abstract: This work presents the computational information system called SISCLIP – Climate Information System - Paraná, that offers to its users maps of areas determined from similarities of climatic from temperature data having as reference the methodology defined for Thornthwaite (1948) and applied successfully for Golfari (1967) in Brazil and specifically by Acosta (1997) in the State of Espírito Santo. The objective of this project is to determine areas with same characteristics of climate and, inside of these areas, regions with same temperature characteristics; using given climatic datas (temperature and also altitude, latitude and longitude) supplied per meteorological stations of institution partner, in digital format, associated the technique of multivariate analysis, statistical software, algorithms of classification and development of a information system based in Object Oriented analysis, project and development (Larman, 2000), to demarcate areas of some regions that cover the State of Paraná under climatic similarities (temperatures).

Palavras-chave: Information system, climate, *Pinus taeda*, geostatistic, sistema de informação, clima, *Pinus taeda*, geoestatística.

1. Introdução

Várias organizações nacionais e internacionais armazenam dados de clima para análise de condições futuras, onde estes dados podem constituir a base para diversos estudos aplicados nas mais diferentes áreas de conhecimento, sendo uma delas a florestal. Desta forma, obter informações de clima, agrupá-las, trabalhá-las estatística e geoestatisticamente, apresentá-las geograficamente referenciados sob mapas, definindo zonas climáticas, pode ser uma forma de determinar a característica de uma área potencial para uma determinada espécie florestal. Em termos de silvicultura resultará em informações, que além da seleção da espécie, apoiará também a seleção do material genético da espécie florestal.

Este projeto tem por finalidade apresentar um sistema aplicativo de informação computacional para apresentar isolinhas que determinam regiões do estado do Paraná com características semelhantes de temperatura em função da temperatura média, mínima e máxima calculadas sob o registro histórico de aproximadamente 10 anos, mensal e anual, de acordo com a altitude das coletas de dados (estações meteorológicas) das áreas analisadas. A identificação da similaridade das regiões dar-se-á pela interpolação geoestatística dos dados das variáveis climáticas (temperatura mínima, média e máxima) e geográficas (longitude, latitude e altitude), permitindo determinar zonas semelhantes em termos de temperatura.

2. Objetivo

O objetivo desse projeto é apresentar um modelo matemático que permita caracterizar regiões potenciais para o plantio de *Pinus taeda* pela temperatura e o desenvolvimento de um sistema computacional aplicativo que apresente de mapas, criados em um *software* SIG (Sistema de Informação Geográfico), mostrando sobre os mesmos isolinhas, que delimitem tais regiões. Tem como objetivos secundários, permitir a interação do sistema com o usuário para apresentar mapas com cenários de diferenças de temperatura, categorizados pelas isolinhas e

apresentar uma metodologia utilizando regressão, interpolação e geoestatística sobre dados climáticos para determinar regiões climáticas em função das temperaturas (mínima, média e máxima) para o Estado do Paraná com potencial de cultivo da espécie.

3. Material, métodos e discussões

Abordando o *Pinus taeda* como fator determinante e central deste projeto, procurou-se levantar as exigências biofísicas da espécie, culminando em informações importantes para delimitá-lo geograficamente em termos de melhor aproveitamento produtivo, chegando à conclusão de que a temperatura referente aos meses mais frios pode variar de 4°C a 18°C, a temperatura média anual gira em torno de 13°C a 19°C e a temperatura referente aos meses mais quentes varia de 20°C a 25°C, em altitudes que variam de 0 (zero) a 2.500 metros, com distribuição de chuvas, que podem variar de 900 mm a 2200 mm, uniforme, principalmente no verão. Sendo uma planta exótica, o *Pinus taeda* pode ocorrer em vários biomas: campo, cerrado, mata com araucária entre outros; suporta muito bem áreas com incidência de geadas, podendo ser cultivada desde áreas sem essa característica, com ocorrência de geadas leves e até severas, o que pode ocasionar danos em sua fase de germinação e crescimento inicial; aceita regiões com drenagem do solo livre, úmido e inclusive inundável (Higa et al. 2003).

Buscou-se dispor de dados de monitoramento climático de diversas estações meteorológicas do Estado do Paraná, bem como de suas localizações, por intermédio de coordenadas geográficas e altimetria, que foram então convertidas do sistema de coordenadas geodésico para o sistema de coordenadas plano-retangulares e, para cada estação, foi determinado o cálculo que forneça as médias mensais e anuais das temperaturas mínimas, médias e máximas sendo, em seguida, aplicadas à análise de regressão, interpolação e à geoestatística para melhor caracterizar áreas em função das temperaturas.

Estatisticamente, usa-se a análise de regressão, que é o método de análise apropriado quando o problema envolve uma única variável dependente (critério) considerada relacionada a duas ou mais variáveis independentes, cujos valores são conhecidos para prever os valores da variável dependente selecionada (Dillon e Goldstein, 1984). Assim, a análise de regressão deve ser efetuada empregando-se os dados de temperaturas médias, mínimas e máximas mensais e anuais, pertencentes às estações meteorológicas, de várias regiões do Paraná, em função das variáveis independentes altitudes, latitudes e longitudes, cuja equação é:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{LONG}_i + \beta_2 \text{LAT}_i + \beta_3 \text{ALT}_i + \varepsilon$$

onde

a) y_i , que representa a variável temperatura das diferentes regiões do Paraná (média, mínima e máxima, mensal e anual) que está sendo prevista ou explicada pelo conjunto de variáveis independentes: longitude, latitude e altitude;

b) β_0 , representa o intercepto, ou seja, o valor no eixo Y (eixo da variável dependente) onde a reta definida pela equação de regressão cruza o eixo, sendo descrito pelo termo constante β_0 e tem um papel importante na previsão;

c) $\beta_1, \beta_2, \beta_3$, são os parâmetros, coeficientes ou pesos. É um valor numérico de estimativa do parâmetro diretamente associado a uma variável independente LONG_i (longitude em metros), LAT_i (latitude em metros) e ALT_i (altitude em metros), selecionadas como previsoras e potenciais variáveis de explicação da variável dependente temperatura (mínima, média e máxima) e

d) o erro de especificação (ε), a análise do coeficiente de determinação (R^2), a análise do coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado), a análise gráfica dos resíduos, o erro padrão da estimativa, que é uma medida de precisão das previsões.

Depois de obtidos os valores dos coeficientes para determinar as fórmulas da regressão, é realizada a previsão de temperaturas (mínima, média e máxima) de regiões que não possuem

estações meteorológicas, mapeados em um arquivo (*layer*) que represente o Estado do Paraná. Logo em seguida é realizada a interpolação das células, pelo método polinomial e pela geoestatística, para determinar pontos que culminem com características semelhantes de temperatura e permitir que sejam traçadas isolinhas (regiões homogêneas) delimitadoras de áreas estimadas pela regressão e pelo método geoestatístico apropriado, identificando assim a região com característica determinante de clima ao cultivo do *Pinus taeda*.

O sistema computacional baseia-se na visão orientada a objetos (OO), sendo utilizada a UML (*Unified Modeling Language*) para seu desenvolvimento (Booch et. al., 2000) e linguagem Java™ para implementação. Lembramos que já existem sistemas com características semelhantes que apresentem isolinhas como delimitadores de regiões equivalentes em termos de temperatura para o Estado do Paraná, sendo a diferença deste em possuir a restrição de representar áreas que abordem as mesmas características de crescimento, desenvolvimento e produção de *Pinus taeda*. A diferença também está na metodologia utilizada para desenvolver este projeto, bem como a possibilidade de permitir a interação do usuário com o software, o qual permite visualizar mapas com áreas de potencialidade para o cultivo do *Pinus taeda*. Como a interação do usuário com sistema proposto é um objetivo, é necessário que se tenha certeza das características de temperatura que envolve o cultivo do *Pinus taeda*, por isso, contamos com a parceria de várias empresas do ramo florestal que disponibilizaram dados históricos sobre a produtividade (vol./ha e incremento médio anual/ha no cultivo desta espécie.

4. Conclusão

O cálculo das estimativas de temperatura foi satisfatório para a caracterização de regiões e, a elaboração de cenários climáticos atrelados a redistribuição geográfica do *Pinus taeda* foi melhor apresentada quando utilizada a geoestatística, com mapas sendo gerados com métodos de interpolação. O software apresentado segue todas as especificações técnicas determinadas pela ESRI (2000) apresentando mapas no formato *shapefile*, de forma que todo e qualquer mapa constituído neste formato pode ser anexado e visualizado no Sisclip, sem a necessidade de incorporarem dados ou índices associados ao *.SHP.

5. Referências

- ACOSTA, Victor Hugo. **Classificação ecológica do território brasileiro situado ao sul do paralelo 24°. S – uma abordagem climática**. Dissertação de Mestrado. Viçosa: UFV, 1997.
- BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML: Guia do Usuário**. 6a. Tiragem. Ed. Campus. Rio de Janeiro: 2000.
- DILLON, W.R.; e GOLDSTEIN, M.. **Multivariate analysis: methods and applications**. Wiley, New York: 1984.
- ESRI/ERDAS. **ArcView image analysis: enhanced image integration, display and analysis**. USA: ERDAS, 2000.
- GOLFARI, L. **Coníferas aptas para repoblações florestais em el Estado de São Paulo**. Silvicultura em São Paulo, v.6, p.7-62, 1967. 1984.
- JAVA™ SUN. **The source for java technology**. Disponível em: <http://java.sun.com/>. Acesso: maio de 2005.
- LARMAN, Craig. **Utilizando UML e padrões**. Bookman. Porto Alegre: 2000.
- HIGA, A.; LINGNAU, C.; ARCE, J. E.; CRESPO, I. Seleção de Espécies para Recuperação de Reserva Legal em Pequenas Propriedades no Estado do Paraná – SIFLOR, publicado em CD, 2003 .
- THORNTHWAITE, C.W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geographic Review, v.38, p.55-94, 1948.