

MODELO COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE RISCO AGRÍCOLA BASEADO NA QUALIDADE DO SOLO DE ÁREAS PARA PRODUÇÃO DE MILHO

PAULO ESTEVÃO CRUVINEL¹, JOSÉ MARCOS GARRIDO BERALDO²

¹ Doutor em Automação, Embrapa Instrumentação, Fone: (16) 21072826, paulo.cruvinel@embrapa.br

² Doutor em Agronomia, Instituto Federal de São Paulo, Fone: (16) 35060700, jmgberaldo@ifsp.edu.br

Apresentado no

XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020

23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Na literatura que trata do processo agropecuário é comum se encontrar menção aos riscos associados às incertezas climáticas e dos mercados, entretanto, pouco se tem sobre os riscos que podem ocorrer em áreas de produção decorrentes de outros fatores que também podem afetar a produção e conseqüentemente a segurança alimentar e os preços dos produtos. O objetivo deste trabalho é apresentar um modelo computacional para a avaliação de risco agrícola para a produção de milho como uma função da qualidade do solo nas áreas agrícolas. Para tanto foi utilizado um modelo digital desenvolvido para o gerenciamento de área de cultivo de milho em função da variabilidade do pH, matéria orgânica, P, K e Ca. Resultados mostraram uma diferença média na produtividade de 27% em função da variabilidade observada nos talhões estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura Digital, Variabilidade espacial, Gestão de risco.

COMPUTATIONAL MODEL FOR AGRICULTURAL RISK ASSESSMENT BASED ON SOIL QUALITY OF AREAS FOR MAIZE PRODUCTION

ABSTRACT: In the literature related to agricultural process, it is common to find mention of risks associated to both climate and market uncertainties. However, little is known about the risks that may occur in the production areas, i.e., resulting from other factors that may also affect harvest, consequently food security and prices. The objective of this work is to present a computational model for the assessment of agricultural risk for corn production as a function of soil quality. For that, a digital model for risk management has been developed as a function of the spatial variability of pH, organic matter, as well as the availability of P, K e Ca. Results have shown an average difference in productivity close to 27%, which was observed as a function of the spatial variability of that soil's variables in the studied plots.

KEYWORDS: Digital agriculture, Spatial variability, Risk management.

INTRODUÇÃO: Risco e incerteza são conceitos distintos e por isso é importante ter clareza sobre o seu conteúdo, alcance e implicações na tomada de decisões no setor agropecuário. O surgimento de tecnologias tem se mostrado essencial para o aprimoramento do modo de se organizar o manejo dos sistemas produtivos, fundamentado no paradigma da obtenção de ganhos de produção associados aos ganhos de sustentabilidade, quando direcionados e customizadas para a minimização das externalidades negativas que ocorrem em todo processo real e produtivo. Campbell e colaboradores argumentaram que o crescente número de estudos que se concentram quase exclusivamente no elo entre variabilidade climática e produtividade

de colheitas fornece apenas aumentos marginais no conhecimento e, ao estudar apenas um risco, obtemos apenas uma imagem inadequada de todos os tipos de risco que os agricultores podem encontrar no sistema produtivo (CAMPBELL et al., 2016).

As avaliações de risco climático, avaliadas à priori da etapa de manejo das culturas, já é parte de uma política pública para o financiamento oficial da safra agrícola (ASSAD et al., 2001). Nesse contexto, procedimentos inter-relacionam variáveis climáticas que definem o risco climático, o qual é base para o zoneamento agrícola. Entretanto, a capacidade produtiva de uma área pode ser avaliada, dentre outros fatores, em função da qualidade do solo (AMADO et al., 2009). O solo agrega importantes informações, destacando-se sua profundidade, a estrutura, o teor de matéria orgânica, o teor de nutrientes, e a presença de camadas compactadas que poderiam restringir o crescimento das raízes e a percolação de água, entre outros.

Indicadores da qualidade do solo podem ser classificados, de um modo geral, em quatro grupos; visuais, físicos, químicos e biológicos (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009). Embora esta divisão em grupos seja usual, é importante observar que esses atributos, em sua maioria, são inter-relacionados. Os melhores indicadores da qualidade do solo são aqueles que integram os efeitos combinados de diversos atributos ou processos do solo e sua associação às culturas a serem desenvolvidas.

Neste contexto, segundo Coelho (2006) a cultura do milho no Brasil tem encontrado aumentos significativos da produtividade e produção. Entretanto, continua em destaque a necessidade de conscientização dos produtores sobre melhoria na qualidade dos solos, o que abre possibilidades de investigação de métodos que possam ser rapidamente incorporados no setor visando uma produção sustentada. Essa melhoria na qualidade dos solos está geralmente relacionada ao manejo adequado.

Para o milho os atributos de solo como pH, teores de matéria orgânica e nutrientes encontram papel essencial. Este trabalho apresenta um método para avaliar o risco da variabilidade desses elementos na qualidade do solo e sua influência na produtividade do milho baseado no uso de modernas ferramentas da modelagem computacional.

MATERIAL E MÉTODOS: A área experimental está localizada em fazenda situada no município de São Carlos, SP. A altitude local é de 850 m, com latitude de 21°57'15" S e longitude 47°50'75" W (Figura 1).

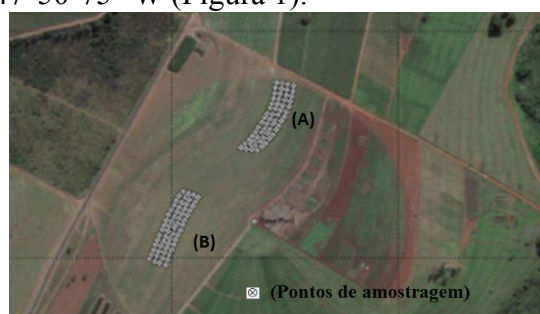


FIGURA 1. Distribuição dos pontos de amostragens nas regiões de alta e baixa produtividade de milho, (A) e (B) respectivamente.

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa. O solo é um Latossolo Vermelho Amarelo, de textura média e argilosa. A área de estudo vem sendo cultivada com milho (variedade DKB390PRO2) no verão em primeira safra anual. As áreas estudadas foram constituídas de 1 ha cada, e se encontravam na mesma curva de nível, cujo relevo é do tipo suave ondulado com 7% de declividade. Foi utilizado o sistema de plantio direto com irrigação por pivot central. Nos locais foram realizadas amostragens de solo, sendo utilizada grade regular e com intervalo de 13 m de distância entre os pontos, totalizando 60 amostras

por área amostrada. Amostras deformadas de solo na camada de 0,0-0,1 m foram coletadas e georeferenciadas utilizando-se um sistema de posicionamento global (GPS) de navegação. Foram determinados o valor do pH, teor de matéria orgânica (M.O.) e os teores de P, K, Ca para cada área amostrada. A biomassa fresca de milho para silagem foi avaliada, quando a cultura atingiu o ponto de colheita correspondente à fase de grão farináceo. A estimativa da produção de biomassa foi realizada de forma manual em grade regular nos mesmos pontos de amostragem onde foram coletadas as amostras deformadas de solo e as mostras do material coletado foram levadas à estufa com circulação forçada de ar a 65° C, até peso constante, para determinação da matéria seca. A avaliação de risco foi realizada observando a variabilidade dos indicadores do solo com estatística descritiva, utilizando a ferramenta *box-plot* para avaliar a variabilidade das variáveis tratadas como aleatórias. As classes de risco foram atribuídas em uma matriz em função das combinações entre a probabilidade dessas variáveis e seu comportamento no solo e sua importância para a produção do milho (Figura 2).

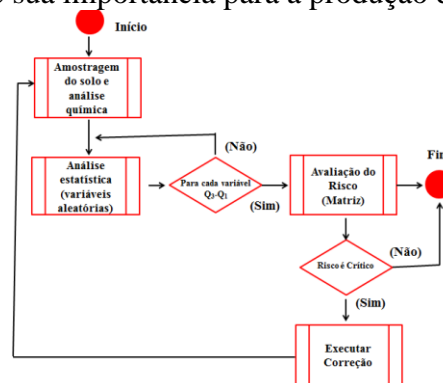


FIGURA 2. Fluxograma do algoritmo para avaliação de risco da qualidade do solo para o desenvolvimento da cultura do milho.

Foi utilizado o *box-plot* para comparação entre grupos de variáveis nos experimentos que proporcionaram alta e baixa produtividade. Outro ponto importante é que a diferença entre os quartis (Q_3-Q_1) define uma medida de dispersão, a amplitude inter-quartil, ou seja, a diferença entre o terceiro quartil e o primeiro quartil respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 3 ilustra os semivariogramas e os mapas de alta e baixa produtividade obtidos para o milho nas áreas (A) e (B) respectivamente.

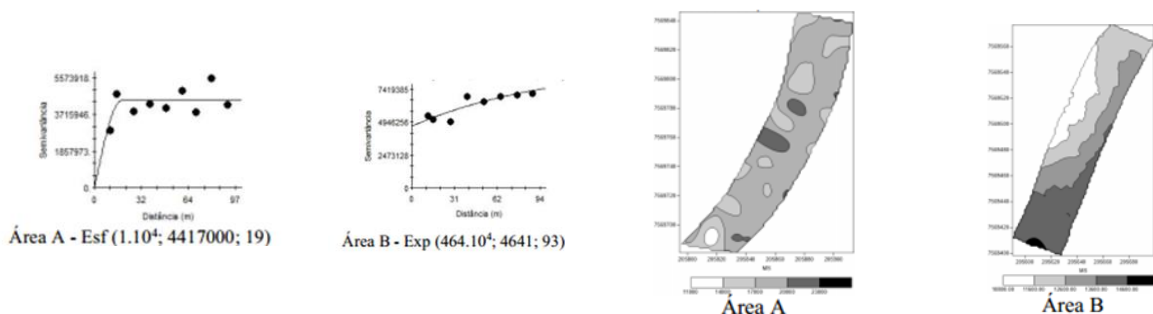


FIGURA 3. Semivariogramas e mapas de produtividade das áreas de experimento. Semivariogramas das áreas A e B dos valores de matéria seca de milho (Exp = exponencial; Esf = esférico; Parâmetros do modelo (C_0 = efeito pepita; C_1 = variância estrutural; A = alcance (m)).

A Figura 4 ilustra o *box-plot* fornecendo uma análise visual da dispersão, simetria, e valores discrepantes (outliers) das variáveis. Estas avaliações estatísticas possibilitaram verificar a variabilidade com base nas informações obtidas para o terceiro e primeiro quartil de cada uma delas. A partir da avaliação da diferença entre o terceiro quartil e o primeiro

quartil das variáveis foi possível estabelecer a avaliação da distribuição das probabilidades, as quais, uma vez normalizadas por classes, possibilitaram obter as matizes dos qualitativos dos riscos envolvidos (Figura 5).

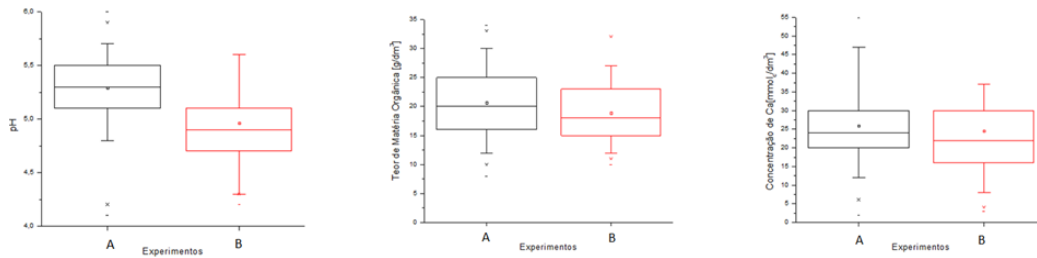


FIGURA 4. Análise do *box-plot* das variáveis pH, M.O., e Ca nas áreas de alta (A) e baixa produtividade (B) respectivamente.

Matriz Qualitativa de Risco		Consequências		
		Baixo	Médio	Alto
Probabilidade	pH	Alto	Médio	Baixo
	M.O.	Baixo	Médio	Alto
	P	Baixo	Médio	Alto
	K	Baixo	Baixo	Baixo
	Ca	Alto	Baixo	Baixo
	Mg	Baixo	Baixo	Baixo

(a)

Matriz Qualitativa de Risco		Consequências		
		Baixo	Médio	Alto
Probabilidade	pH	Baixo	Baixo	Alto
	M.O.	Baixo	Médio	Baixo
	P	Baixo	Baixo	Alto
	K	Baixo	Baixo	Baixo
	Ca	Baixo	Baixo	Alto
	Mg	Baixo	Baixo	Baixo

(b)

FIGURA 5. Matriz de risco para as áreas: (a) de alta e (b) baixa produtividade.

Considerando a matriz qualitativa de risco para a área que apresentou menor produtividade a probabilidade dos maiores riscos ocorrerem para pH, P e Ca. Por outro lado, na área de alta produtividade pode ser observado que é requerida atenção quanto ao manejo da fertilização de P (Figura 5).

CONCLUSÕES: A variabilidade espacial dos atributos químicos do solo impactam a qualidade do solo e consequentemente a produtividade da cultura do milho. Foi apresentado um método para a gestão de risco agrícola em função do conjunto de parâmetros associados à qualidade do solo para a cultura de milho. Resultados mostraram a utilidade do método para o gerenciamento da produção com manejo baseado em agricultura de precisão.

REFERÊNCIAS:

AMADO, T. J. C.; PES, L. Z.; LEMAINSKI, C. L.; SCHENATO, R. B. Atributos químicos e físicos de latossolos e sua relação com os rendimentos de milho e feijão irrigados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.831-843. 2009.

ASSAD, M. L. L. et al. Relação entre água retida e conteúdo de areia total em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 588–596, 2001.

CAMPBELL, B. M. et al. Reducing risks to food security from climate change. **Global Food Security**, v. 11, p. 34–43, dez. 2016.

COELHO A. M. Nutrição e Adubação do Milho, **Circular Técnica**, Embrapa, Sete Lagoas, MG, 10p., 2006.

TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S. & UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, v.38, p.45-93, 1985.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.33, n.4, pp.743-755, 2009.