

GERAÇÃO DE UM ÍNDICE DE FERTILIDADE PARA DEFINIÇÃO DE ZONAS DE MANEJO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO

¹L.M.Gimenez, ²J.P. Molin (orientador): Departamento de Engenharia Rural – ESALQ/USP

RESUMO: A realização de amostragem georeferenciada em agricultura de precisão permite gerar mapas expressando a variabilidade dos componentes da fertilidade química. Ao se observar os mapas de produtividade e os mapas de fertilidade de uma gleba, muitas vezes não é possível realizar associações diretas entre a variabilidade dos nutrientes e a variabilidade da produtividade. Os efeitos dos componentes da fertilidade sobre a produtividade devem ser estudados de forma associada, uma vez que há interações entre os mesmos. A metodologia desenvolvida permitiu identificar dentro de um campo de produção zonas com diferentes potenciais produtivos em função da fertilidade química do solo, com base em mapas de quadrículas gerados a partir de amostragem com interpolações. Foi estudado o efeito combinado dos teores dos nutrientes no solo sobre a produtividade. Realizou-se uma estimativa dos teores dos nutrientes adequados através de regressão linear, sendo determinados os teores dos nutrientes necessários para a obtenção de rendimentos relativos elevados. Atribuíram-se as notas 0 e 1 aos teores de nutrientes encontrados nos mapas de fertilidade; quando o teor se encontrava dentro da faixa de alto rendimento atribuiu-se a nota 1 e quando estava fora foi atribuído o valor 0. Realizou-se a soma das notas conferindo a cada quadrícula uma nota cujo valor relativo denominou-se índice de fertilidade. Os resultados foram apresentados de forma gráfica e os valores do índice de fertilidade foram correlacionados com os de produtividade.

¹Bolsista de Iniciação Científica do CNPq , ²Prof. Dr. Do Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP

INTRODUÇÃO

A realização de amostragem de solo georeferenciada em agricultura de precisão permite gerar mapas expressando a variabilidade dos componentes da fertilidade. As correlações obtidas entre nutrientes e produtividade das culturas são variáveis sendo possível na maioria das vezes afirmar somente se o nutriente tem efeito positivo ou negativo sobre a produtividade. Ao se observar os mapas de fertilidade e os mapas de produtividade de uma gleba, não é possível realizar associações diretas entre a variabilidade dos

nutrientes e a variabilidade na produtividade. Observa-se que os teores de nutrientes que permitem a obtenção das maiores produtividades são variáveis sendo difícil isolar o efeito de cada um deles.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma metodologia para a geração de um índice de fertilidade que permita identificar em uma determinada gleba quais as regiões com maior potencial produtivo em relação à fertilidade química do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados obtidos em uma área piloto do Projeto Agricultura de Precisão, do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP. Esta área está localizada no município de Castro, região sul do estado do Paraná. A gleba se encontra sob o sistema de Plantio Direto há mais de 10 anos possuindo elevada fertilidade. São realizados o plantio comercial da soja, milho e trigo e de coberturas como a aveia e o triticale no inverno.

Os resultados de análise química do solo utilizados são de uma amostragem realizada ao final de 1999 na profundidade de 0 a 20cm sendo retirada 1 amostra a cada 30m de distância no campo foram estudados os fatores: fósforo, matéria orgânica, pH, potássio, cálcio, Magnésio, H+Al, Soma de Bases, Saturação em Bases e CTC. Os dados de produtividade utilizados serão da cultura da soja colhida no mesmo ano da amostragem.

Os dados de produtividade e de análise química do solo foram interpolados para a geração de mapas de quadrículas de 10X10m com a utilização de um SIG voltado à agricultura de precisão. Obteve-se então uma tabela com os dados de produtividade e fertilidade química do solo georreferenciados de modo que cada linha da tabela representa uma quadrícula com os atributos considerados.

Esta tabela foi utilizada na realização de correlações entre cada um dos nutrientes e a produtividade, tomando-se uma área amostral de 1ha. Após a correlação foi realizada regressão linear sendo estimados os valores de cada um dos nutrientes para uma produção relativa de 90% e 100%.

O índice de fertilidade foi obtido a partir da atribuição dos valores 0 e 1 para cada um dos nutrientes em cada uma das quadrículas consideradas. Quando o teor do nutriente se encontrava entre os limites estimados pela regressão linear para a obtenção de rendimentos relativos entre 90 e 100% era atribuído o valor 1 e quando o teor estava fora era atribuído o valor 0. Ao final deste processo, os valores 0 e 1 obtidos para cada um dos nutrientes foram somados podendo ser obtidos na soma valores entre 0 e 10 para cada quadrícula uma vez que foram 10 os fatores estudados. Esses valores

foram expressos em porcentagem e compõem o índice de fertilidade, quanto mais próximo a 100 maior o potencial produtivo da quadrícula considerada em relação à fertilidade química.

RESULTADOS E DISSCUSÃO

Os fatores da fertilidade química do solo utilizados na geração do índice de fertilidade estão expressos abaixo juntamente com os resultados da estatística descritiva aplicada a eles.

	Soja 1999	Fósforo	Mat. Org.	pH	Potássio	Cálcio	Magnésio	H+Al	Sat. Bases	Soma Bases	CTC
Média	3,124	80,2	50,4	5,1	2,1	41,7	20,5	69,1	48,7	64,3	133,4
Desvio padrão	0,51	29,26	5,33	0,48	0,60	12,32	7,18	24,06	13,60	18,84	20,52
Variância	0,26	856,11	28,41	0,23	0,36	151,70	51,60	579,05	185,02	354,89	420,94
Curtose	0,75	12,89	1,12	0,20	0,02	1,94	0,88	-0,41	-0,03	1,37	0,29
Assimetria	-0,51	2,09	0,54	0,91	0,26	0,98	0,94	0,32	0,60	0,95	0,79
Intervalo	3,86	314,95	40,85	2,31	3,68	84,26	47,59	126,06	68,28	126,11	111,93
Mínimo	1,28	28,05	31,74	4,33	0,52	16,74	8,07	21,34	19,75	27,59	89,47
Máximo	5,144	343	72,59	6,646	4,205	101	55,67	147,4	88,03	153,7	201,4

Tabela 1 – Estatística descritiva dos fatores estudados

É interessante notar que embora todos os nutrientes estejam em teores considerados adequados pela pesquisa local tenha ocorrido variabilidade significativa na produtividade. A tabela 2 apresenta os resultados obtidos para as correlações realizadas entre os nutrientes e a produtividade quando a área amostral considerada é de 1ha sendo as médias obtidas dos dados organizados da maior produtividade para a menor produtividade, correspondendo a cada valor a média dos valores encontrados em 100 quadrículas (1 quadrícula de 10X10m representa 0,01ha).

	Soja 1999
Soja 1999	1,000
Fósforo	-0,516
Mat. Orgânica	0,397
pH	-0,949
Potássio	0,793
Cálcio	-0,799
Magnésio	-0,912
H+Al	0,927
Sat. Bases	-0,939
Soma Bases	-0,863
CTC	0,615

Tabela 2 – Coeficientes obtidos na correlação entre os fatores considerados e a

Produção Relativa da soja no ano 1999 com diferentes áreas amostrais.

Após a realização das correlações foi realizada a regressão linear para cada um dos fatores. As equações encontradas estão expressas abaixo.

	<i>Equações*</i>	<i>Coefficientes da Regressão</i>
Fósforo	$Y = -1,6355X + 210,79$	0,266
Mat.	$Y = 6,2678X - 235,23$	
Orgânica		0,157
pH	$Y = -58,189X + 377,43$	0,900
Potássio	$Y = 73,348X - 70,567$	0,629
Cálcio	$Y = -2,8575X + 199,33$	0,639
Magnésio	$Y = -4,6298X + 175,49$	0,832
H+Al	$Y = 1,2797X - 7,9337$	0,860
Sat. Bases	$Y = -2,3696X + 195,7$	0,882
Soma Bases	$Y = -1,8855X + 201,47$	0,744
CTC	$Y = 1,3624X - 101,01$	0,377

*onde: Y é o rendimento relativo e X o teor do fator estudado.

Tabela 3 – Equações obtidas para a regressão linear realizada.

Os teores de nutrientes estimados para a obtenção de rendimentos relativos entre 90 e 100% são representados na tabela abaixo. Não foram utilizadas as equações que forneceram coeficiente de correlação abaixo de 0,6.

	<i>Rend. Rel. 90%</i>	<i>Rend. Rel. 100%</i>
Fósforo	----	----
Mat.		
Orgânica	----	----
pH	4,9	4,8
Potássio	2,2	2,3
Cálcio	38,3	34,8
Magnésio	18,5	16,3
H+Al	76,5	84,3
Sat. Bases	44,6	40,4
Soma Bases		
Bases	59,1	53,8
CTC	----	----

Tabela 4 – Teores de nutrientes estimados pela regressão linear para a obtenção de rendimentos relativos entre 90 e 100%.

Foram atribuídos então os valores 0 ou 1 para cada um dos nutrientes, para os quais os teores foram estimados pela regressão, em cada um dos pontos amostrados. Sendo 7 os nutrientes estudados, poderia ser obtido no máximo o valor 7 (100%) e no mínimo 0 (0%).

Os resultados da análise química de solo contendo o índice de fertilidade foram interpolados e unidos aos dados de produtividade. Foi realizada uma nova correlação utilizando novamente a área amostral de 1ha obtendo-se um coeficiente de correlação $R^2 = 0,824$. O resultado gráfico obtido está representado na figura 1, as áreas de maior produtividade apresentam alguma similaridade com áreas onde o índice de fertilidade é mais elevado.

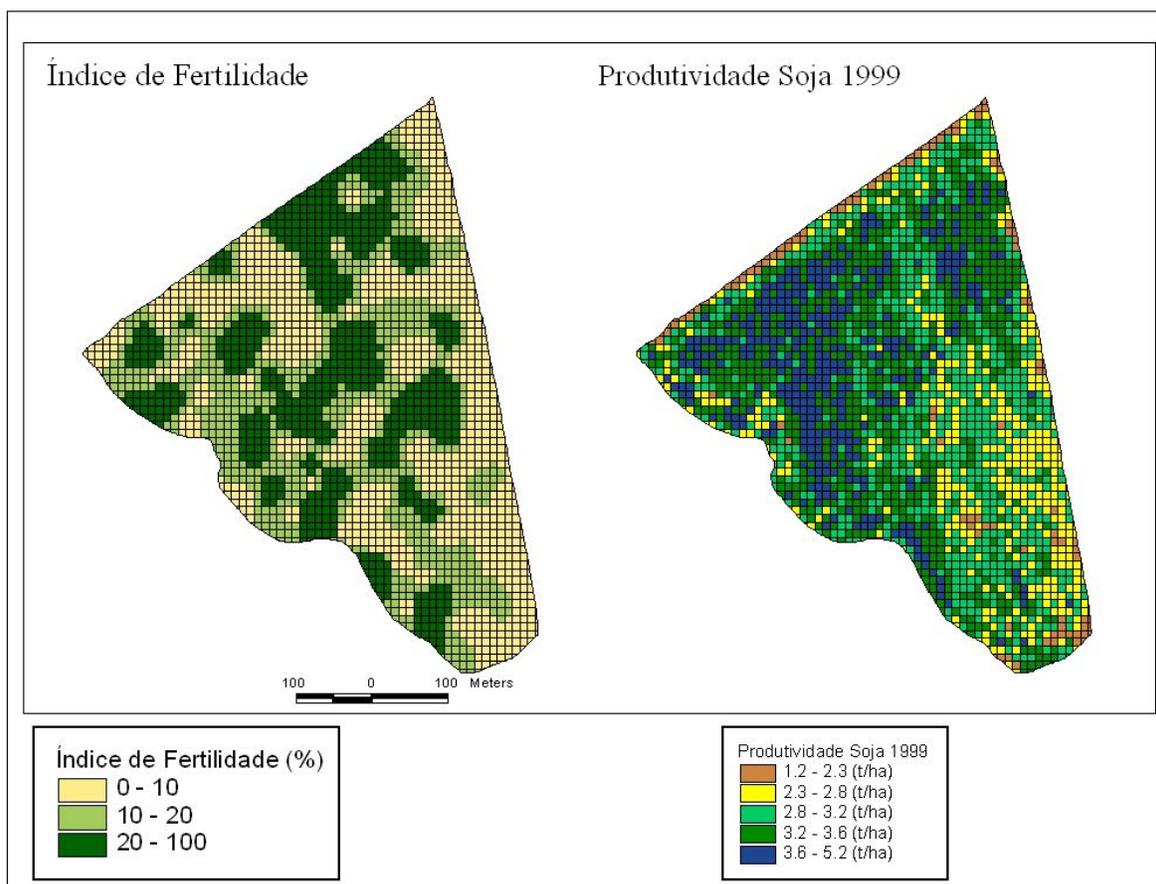


Figura 1 – Mapa do Índice de Fertilidade e de Produtividade para a cultura da soja colhida em 1999

CONCLUSÃO

Através de ferramentas simples como a correlação e regressão linear foi possível determinar se os efeitos dos fatores estudados foram positivos ou negativos para a produtividade.

A geração de um índice para unir os vários fatores da produtividade e expressar o potencial produtivo de uma área com base

na fertilidade química é importante na determinação de zonas de manejo em Agricultura de Precisão.

Os resultados obtidos para a área estudada foram satisfatórios embora os teores de nutrientes encontrados na área estivessem bastante elevados. Como foi verificado nas correlações, a produtividade na área estudada foi mais elevada onde os teores dos nutrientes eram mais baixos. Um aspecto importante a ser relevado é que além da fertilidade há um grande número de fatores influenciando a produtividade das culturas de modo que dificilmente será possível explicar a produtividade em função da fertilidade química isoladamente.

A metodologia utilizada para a geração do índice pode ser empregada para outras áreas devendo ser ainda testada e aprimorada.