



## EVOLUÇÃO DA AGREGAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS COM DIFERENTES POTENCIAIS PRODUTIVOS MANEJADAS COM AGRICULTURA DE PRECISÃO

Antônio Luis Santi<sup>1</sup>, Maurício Roberto Cherubin<sup>2</sup>, Mateus Tonini Eitelwein<sup>2</sup>, Diego Henrique Simon<sup>3</sup>, Osmar Henrique de Castro Pias<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutor, Professor do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil (santi\_pratica@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Santa Maria. Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>3</sup>Graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil.

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a evolução da agregação do solo em área sob SPD com diferentes potenciais produtivos manejadas com agricultura de precisão. Para tanto, utilizou-se uma área experimental localizada no município de Palmeira das Missões – RS, Brasil, de 57,4 ha cultivados sob SPD a mais de 15 anos. A partir da sobreposição dos mapas de produtividade de seis safras, as áreas foram divididas em três zonas, conforme o potencial produtivo (alta, média e baixa produtividade). Em cada zona, foram estabelecidos cinco pontos georreferenciados para realização das avaliações de agregação. Nestes pontos foram realizadas três repetições, totalizando 15 avaliações por zona em duas condições (inicial e final) com três anos de intervalo. Em laboratório realizou-se a individualização de agregados através de tamizamento via úmida com auxílio do aparelho de Yoder. Foram calculados o diâmetro médio geométrico (DMG) e a porcentagem de agregados estáveis nas seguintes classes: 8,00 - 4,76 mm; 4,76 - 2,00 mm; 2,00 – 1,00 mm; 1,00 – 0,21 mm e menor que 0,21 mm. A partir dos resultados obtidos é possível afirmar que, as condições edáficas promovidas pelo SPD estabelecido, independentemente do potencial produtivo da área, possibilita o aumento da macroagregação do solo, assim como a estabilização destes. Além disso, zonas de alto e médio potencial produtivo apresentam aumentos mais significativos na macroagregação do solo, em relação a zonas de baixo potencial produtivo. Dessa forma, a agregação do solo mostrou-se um eficiente indicador de qualidade física do solo, distinguindo áreas com diferentes potenciais produtivos.

**Palavras-chaves:** Agricultura de precisão, estabilidade de agregados, sistema plantio direto, zonas de manejo.

## **EVOLUTION OF SOIL AGGREGATION IN AREAS WITH DIFFERENT PRODUCTION POTENTIAL MANAGED OF PRECISION AGRICULTURE**

### **ABSTRACT**

The objective was to evaluate the evolution of soil aggregation in an area under NT with different productive potentials handled with precision agriculture. For this purpose, we used an experimental area located in Palmeira das Missões in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, of 57.4 ha cultivated under NT for over 15 years. From the overlap of yield maps for six seasons, the areas were divided into three zones, as the productive potential (high, medium and low productivity). In each area, five points were established georeferenced to carry out evaluations of aggregation. These points were performed three repetitions, totaling 15 evaluations by area under two conditions (initial and final) three years apart. In the laboratory took place on individualization of households through tamizamento wet with the aid of apparatus Yoder. It was calculated the geometric mean diameter (GMD) and the percentage of stable aggregates in the following classes: 8.00 to 4.76 mm, 4.76 to 2.00 mm, 2.00 to 1.00 mm, 1.00- 0.21 mm and less than 0.21 mm. From the results it can be stated that, promoted by the soil conditions NT established, regardless of the productive potential of the area, enables increased in the soil macroaggregates, and the stabilization thereof. In addition, areas of high and medium yield potential have the most significant increases in the soil macroaggregates in relation to areas of low productive potential. Thus, the aggregation of the soil proved to be an efficient indicator of soil physical quality, distinguishing areas with different yield potential.

**Key-works:** Precision agriculture, soil physical quality, no-tillage, management zones

### **INTRODUÇÃO**

O potencial produtivo de uma lavoura se deve a vários fatores, dentre os quais, grande parte está atrelada às condições de solo no que se refere a fertilidade e também a sua estrutura física. Ao longo dos anos o sistema de plantio convencional causou um grande desgaste físico do solo, desequilibrando a estabilidade de agregados e diminuindo o potencial produtivo das culturas. De acordo com COSTA et al. (2006) o revolvimento contínuo e intensivo do solo pode resultar na diminuição de sua qualidade, o que tornou-se uma preocupação nas lavouras comerciais. Ainda conforme este autor, uma alternativa para minimizar tais problemas, seria a introdução do sistema plantio direto (SPD) nas lavouras, o qual preconiza a semeadura em solo coberto por palha, com o mínimo de mobilização na linha de semeadura, para que o solo permaneça mais protegido. Desta forma, possibilita que ao longo dos anos, que a estrutura física do solo seja recuperada tornando a solo mais estável e com melhor qualidade física.

Para OLSZEWSKI et al. (2004) o uso intensivo do solo, aliado a condições inadequadas de manejo, contribui para a deterioração de suas propriedades físicas, o que se deve, principalmente, às modificações da estrutura do mesmo. Segundo CASTRO FILHO et al. (1998), para um mesmo tipo de solo, diferentes práticas de manejo podem afetar diretamente suas propriedades, incluindo os processos de agregação. Além disso, os sistemas de cultivo e as características do solo exercem influências sobre a agregação do solo e sobre sua estabilidade (SILVA & MIELNICZUK, 1998), devendo cada área ser estudada e manejada de acordo com suas características obtendo-se, assim, êxito na formação e estabilização de agregados de solo.

Os agregados de solo são formados por processos físicos, químicos e biológicos (SOUZA et al., 2004). Neste sentido, para que haja um aumento da agregação do solo, é indispensável a prática do SPD. O SPD já consolidado ou em fase de consolidação, permite um acréscimo de agregados do solo com o passar dos anos. Segundo CAMPOS et al. (1995), o efeito do SPD na agregação, pode estar relacionado à melhoria das condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, como manutenção de material orgânico e umidade do solo, promovendo atividade microbiana, a qual resulta em uma cimentação húmica das partículas do solo, unindo-as e formando assim agregados de solo. Estes autores ainda frisam que, a influência da matéria orgânica (MO) na agregação é um processo dinâmico, sendo necessário um acréscimo contínuo de material orgânico sobre o solo para manter a estrutura adequada para o desenvolvimento das plantas.

PASSOS et al. (2007) concluíram que o tipo de cobertura vegetal e o manejo do solo exercem influência tanto sobre os teores de carbono orgânico como sobre a composição da MO do solo. A aveia preta é uma das culturas que mais beneficia a estabilização de agregados do solo (CAMPOS et al., 1999). Isto mostra que o SPD, se praticado de maneira correta, influencia de maneira direta na formação de MO no solo, a qual é benéfica para formação de agregados.

A agregação do solo exerce benefícios, tais como, o controle dos movimentos internos da água, ar e calor, e ainda sobre o crescimento de raízes, além de diminuir, através do acúmulo de resíduos orgânicos, a densidade do solo e criando poros de diâmetro grande que favorecem a entrada de ar e a drenagem de água (VASCONCELOS et al., 2010). Neste âmbito, torna-se imprescindível que o solo possua agregados estáveis, pois estes possuem uma grande relação com a produtividade das culturas, as quais apresentam um melhor crescimento e desenvolvimento em boas condições físicas de solo.

Como proposto por MOLIN (2002) a definição de unidades de manejo através da variabilidade temporal de mapas de produtividade é de fundamental importância para uma posterior intervenção no manejo da área. No entanto, para um melhor acompanhamento da evolução da agregação do solo, e posterior manejo adequado deste em lavouras comerciais, faz-se de grande importância o uso da agricultura de precisão (AP) como uma ferramenta para o monitoramento espacial e temporal do estado de agregação e, tomada de decisão na busca do manejo mais adequado para cada unidade da lavoura, definindo e avaliando locais com diferentes potenciais produtivos.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a evolução da agregação do solo em área sob plantio direto, com diferentes potenciais produtivos, manejada com agricultura de precisão.

## **METODOLOGIA**

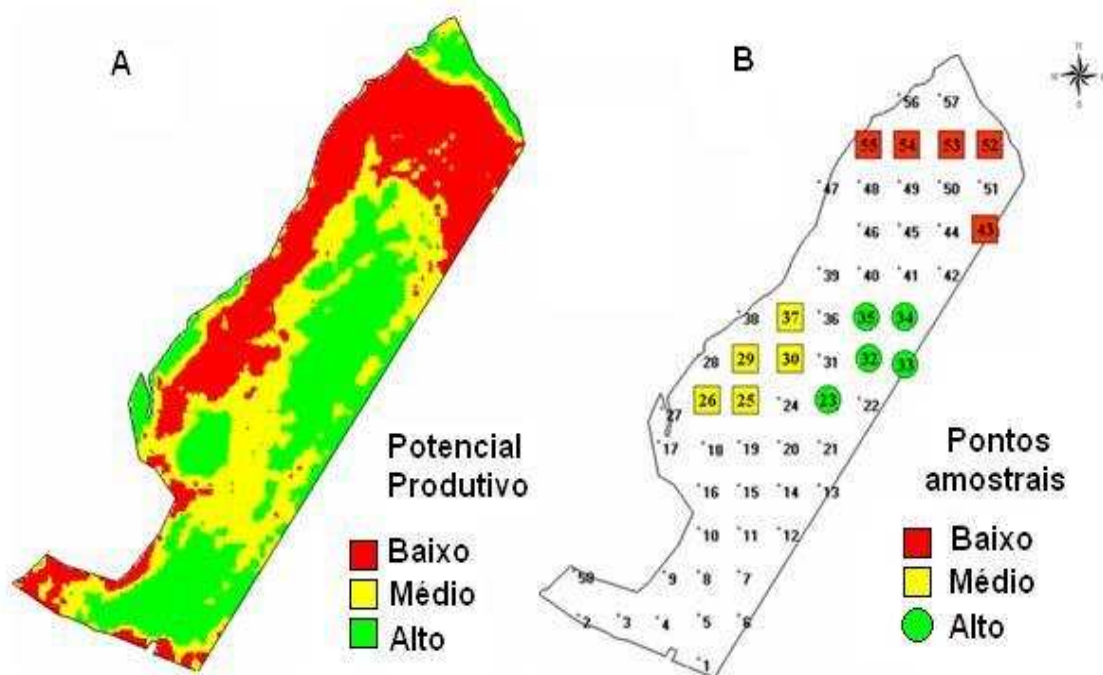
O experimento foi conduzido no município de Palmeira das Missões, em área experimental de 57,4 ha, situada nas coordenadas 27°53'S e 51°18'W, com altitude aproximada de 600 m. A área está localizada na região do Planalto Médio, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006) e clima, segundo a classificação de MALUF (2000), é ST PU (subtropical com primavera úmida) com temperatura média anual de 18,1 °C e precipitação pluvial anual de 1.919 mm.

A área de estudo é manejada sob SPD a quinze anos, com cultivos de soja e milho no verão, alternados com trigo e culturas de cobertura hibernais. A partir da

sobreposição dos mapas de produtividade das de seis safras (soja - 2000/2001; milho - 2001/2002; soja - 2002/2003; trigo – 2003; soja - 2003/2004; milho – 2004/2005), obtidos por meio de colhedora MF-34, equipada com o sistema *Fieldstar*, as áreas foram divididas em três zonas, conforme o potencial produtivo (alta, média e baixa produtividade), de acordo com metodologia proposta por MOLIN (2002). Esse autor estabeleceu as classes de baixo < 95%, médio 95 – 105% e alto > 105 % de produtividade média obtida na respectiva safra.

Em cada zona, foram estabelecidos cinco pontos georreferenciados para realização das avaliações de agregação (Figura 1). Nestes pontos foram realizadas três repetições, totalizando 15 avaliações por zona. Nestas avaliações, foram determinados os valores médios do teor de argila: 730; 741 e 785 g kg<sup>-1</sup>; umidade volumétrica: 0,243, 0,236, 0,241 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>, densidade do solo: 1,336; 1,386 e 1,373 Mg m<sup>-3</sup> e matéria orgânica: 3,85, 3,04, 3,27% para as zonas de alto, médio e baixo potencial produtivo, respectivamente.

A localização dos pontos foi realizada com auxílio de Sistema de Posicionamento Global (GPS) de navegação portátil Garmin® e a geração dos modelos e mapas temáticos através do programa computacional CR Campeiro6.



**Figura 1.** Área experimental de Palmeira das Missões, dividida em três zonas de acordo com o potencial produtivo (alto, médio e baixo) (A) e pontos amostrais onde foram realizadas as avaliações de agregação do solo (B). Rio Grande do Sul – Brasil, 2012.

A coleta foi realizada nos cinco pontos de cada área (baixa, média e alta produtividade), nos anos de 2002 (inicial) e 2005 (final). A avaliação de agregação foi realizada em laboratório, onde, manualmente, realizou-se a individualização de agregados. Para tanto, foram preparadas as amostras de agregados que passaram por peneiras de 8,00 mm e ficaram retidos nas peneiras de 4,76 mm, individualizando-as em três repetições de laboratório para cada amostra de campo. A separação e estabilidade dos agregados em água foram determinadas pelo método

modificado de KEMPER & CHEPIL (1965), descrito por TISDALL et al. (1978), através de tamizamento via úmida com auxílio do aparelho de Yoder. Esse aparelho foi calibrado para funcionar durante 15 minutos com 38 oscilações por minuto, num intervalo espacial de 3,5 cm de amplitude entre o ponto mínimo e o máximo. A umidade residual foi determinada utilizando-se uma amostra adicional e secagem a 105 °C até peso constante. Depois do umedecimento prévio por 15 minutos, as amostras foram sujeitas ao tamizamento no aparelho de Yoder adaptado com as peneiras nas seguintes classes de diâmetro: 4,76; 2,00; 1,00; e 0,21 mm.

Ao término das oscilações, os conteúdos retidos em cada uma das peneiras foram coletados e secados em estufa a 105 °C até atingir peso constante e pesado posteriormente. Os agregados da classe menor que 0,21 mm foram calculados pela diferença, tomando-se o peso inicial da amostra menos a umidade residual e o peso das demais classes. Todos esses procedimentos foram realizados conforme EMBRAPA (1997).

Foram calculados o diâmetro médio geométrico (DMG) e a porcentagem de agregados estáveis em cada classe (8,00 - 4,76; 4,76 - 2,00; 2,00 - 1,00; 1,00 - 0,21 e menor que 0,21 mm). As equações utilizadas para efeitos de cálculos seguiram as proposições da metodologia de TISDALL et al. (1978).

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, visando determinar a posição e dispersão dos valores de agregação obtidos. Com base nos valores de CV(%) obtidos, a dispersão dos dados foi classificada em: baixa ( $CV < 12\%$ ), média ( $12 \leq CV \leq 62\%$ ) e alta ( $CV > 62\%$ ) (WARRICK & NIELSEN, 1980). Além disso, verificou-se a existência de tendência central (normalidade) dos dados originais por meio do Teste W ( $p < 0,05$ ) (SHAPIRO & WILK, 1965). Em seguida, procedeu-se a análise da variância, e as médias foram comparadas utilizando o Teste de Tukey, 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa computacional *Statistical Analysis System – SAS 8.0* (SAS INSTITUTE, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os resultados obtidos a partir da análise estatística descritiva dos valores de agregação do solo em zonas de alto, médio e baixo potencial produtivo em duas condições de avaliação (inicial e final). Através destes resultados verifica-se que a média e a mediana foram similares em praticamente todas as classes de agregados do solo em todas as zonas de potencial produtivo nas duas condições de avaliação, seguindo assim, uma distribuição normal conforme Teste W (5%). No entanto, os dados de algumas classes, especialmente as menores, demonstraram-se mais dispersos, apresentando distribuição de frequências não normal. Esta dispersão pode ser comprovada pelos valores do CV(%), e pelos coeficientes de assimetria e curtose observados, os quais se distanciam de zero quando os dados apresentam distribuição de frequências não normal.

Avaliando-se a dispersão relativa dos dados de agregação, observa-se que na maioria das classes de agregados o CV(%) foi classificado como baixo e médio, mas, para algumas classes, especialmente as de menores granulometria, verificou-se altos CV(%). Estes resultados podem estar atrelados a aspectos laboratoriais, como limitação metodológica para avaliação e quantificação do percentual de agregados na menor classe, ou mesmo a aspectos de campo, onde desde o manejo realizado na área até os cuidados na coleta das amostras podem ter contribuído para este aumento da dispersão dos dados.

**Tabela 1.** Estatística descritiva dos valores de agregação do solo, obtidos em zonas de diferentes potenciais produtivos (alto, médio e baixo) em duas condições de avaliação (inicial e final). Rio Grande do Sul - Brasil, 2012.

Classes (mm)	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS								
	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Desvio Padrão	CV (%)	Assimetria	Curtose	Teste W <sup>(1)</sup>
<b>Alto Potencial Produtivo (Inicial)</b>									
8,00 - 4,76	36,79	43,56	41,48	54,21	7,30	16,77	0,81	-0,80	0,91 <sup>ns</sup>
4,76 - 2,00	12,28	20,45	22,05	23,38	4,63	22,63	-2,09	4,49	0,70*
2,00 - 1,00	8,04	12,45	11,96	18,48	3,77	30,27	1,03	2,53	0,88 <sup>ns</sup>
1,00 - 0,21	13,00	17,34	16,56	23,34	4,34	25,01	0,55	-1,43	0,93 <sup>ns</sup>
< 0,21	0,00	6,19	3,18	21,79	8,82	142,42	2,10	4,58	0,69*
DMG	3,12	3,79	3,75	4,53	0,54	14,34	0,27	-0,62	0,99 <sup>ns</sup>
<b>Alto Potencial Produtivo (Final)</b>									
8,00 - 4,76	70,05	77,82	74,70	89,67	7,51	9,66	1,12	1,25	0,91 <sup>ns</sup>
4,76 - 2,00	3,77	10,48	11,44	16,23	5,32	50,80	-0,31	-2,22	0,93 <sup>ns</sup>
2,00 - 1,00	1,07	6,42	3,13	20,00	7,74	120,59	2,04	4,27	0,73*
1,00 - 0,21	0,86	2,95	3,11	6,02	2,10	71,32	0,63	-0,34	0,92 <sup>ns</sup>
< 0,21	0,78	2,35	2,20	4,10	1,23	52,38	0,33	0,52	0,99 <sup>ns</sup>
DMG	3,96	4,75	4,79	5,46	0,55	11,66	-0,32	0,61	0,99 <sup>ns</sup>
<b>Médio Potencial Produtivo (Inicial)</b>									
8,00 - 4,76	9,52	37,38	41,22	53,87	16,58	44,36	-1,54	3,20	0,84 <sup>ns</sup>
4,76 - 2,00	14,35	21,13	18,04	33,62	7,96	37,66	1,20	0,63	0,88 <sup>ns</sup>
2,00 - 1,00	7,34	11,69	10,99	15,88	3,18	27,24	-0,06	0,21	0,97 <sup>ns</sup>
1,00 - 0,21	9,63	18,37	11,36	37,41	11,89	64,72	1,37	0,98	0,81 <sup>ns</sup>
< 0,21	4,30	11,43	10,24	21,75	6,75	59,01	0,90	0,61	0,95 <sup>ns</sup>
DMG	1,55	3,51	3,89	4,39	1,14	32,43	-1,83	3,55	0,80 <sup>ns</sup>
<b>Médio Potencial Produtivo (Final)</b>									
8,00 - 4,76	81,47	85,35	85,96	87,40	2,42	2,83	-1,27	1,31	0,88 <sup>ns</sup>
4,76 - 2,00	6,83	9,45	9,66	12,17	1,93	20,37	0,10	1,27	0,97 <sup>ns</sup>
2,00 - 1,00	1,10	1,59	1,55	2,15	0,48	30,20	0,16	-2,70	0,89 <sup>ns</sup>
1,00 - 0,21	0,93	2,04	2,38	2,63	0,74	36,29	-1,02	-0,54	0,85 <sup>ns</sup>
< 0,21	0,91	1,57	1,46	2,55	0,60	38,33	1,21	2,52	0,90 <sup>ns</sup>
DMG	5,02	5,34	5,28	6,01	0,40	7,48	1,59	2,73	0,83 <sup>ns</sup>
<b>Baixo Potencial Produtivo (Inicial)</b>									
8,00 - 4,76	0,06	27,71	27,80	60,02	21,77	78,56	0,49	1,35	0,97 <sup>ns</sup>
4,76 - 2,00	6,31	19,01	20,62	29,45	9,01	47,40	-0,49	-0,55	0,98 <sup>ns</sup>
2,00 - 1,00	6,98	11,80	10,59	19,37	5,10	43,23	0,85	-0,40	0,92 <sup>ns</sup>
1,00 - 0,21	7,16	20,23	21,65	30,14	8,38	41,42	-0,87	1,86	0,94 <sup>ns</sup>
< 0,21	0,62	21,26	14,17	56,52	21,50	101,16	1,40	2,20	0,89 <sup>ns</sup>
DMG	0,56	2,73	2,78	4,81	1,50	55,16	-0,14	1,97	0,91 <sup>ns</sup>
<b>Baixo Potencial Produtivo (Final)</b>									
8,00 - 4,76	49,01	64,41	65,26	74,77	9,58	14,88	-1,15	2,11	0,92 <sup>ns</sup>
4,76 - 2,00	3,21	13,59	16,28	19,06	6,44	47,36	-1,36	1,37	0,87 <sup>ns</sup>
2,00 - 1,00	0,45	5,07	4,99	9,16	3,15	62,12	-0,38	1,39	0,97 <sup>ns</sup>
1,00 - 0,21	1,06	5,26	5,63	8,35	2,63	50,10	-1,00	2,44	0,89 <sup>ns</sup>
< 0,21	1,96	11,67	3,67	46,28	19,36	165,85	2,23	4,97	0,59*
DMG	0,91	3,39	3,97	4,21	1,40	41,40	-2,11	4,52	0,68*

(1) Teste de Shapiro-Wilk para distribuição normal, onde: (\*) significativo em níveis de  $p \leq 0,05$  e (ns) não significativo. Quando for significativo indica que a hipótese para distribuição normal é rejeitada.

O resultado da análise da variância, não revelou interação entre os fatores anos e zonas de diferentes potenciais produtivos. Portanto, procedeu-se o desmembramento dos efeitos simples significativos.

Na tabela 2 são apresentados os efeitos simples dos anos na agregação do solo em zonas de diferentes potenciais produtivos. Observa-se que ocorreu diferenciação da condição inicial para a condição final, sendo que houve um aumento significativo de quase 40% de macro agregados (classe 8,00-4,76 mm) na condição final em relação à condição inicial. Assim, conseqüentemente, houve uma redução na quantidade de agregados pertencentes às classes menores. Também se observou um aumento no índice Diâmetro Médio Geométrico (DMG), concordando com os resultados encontrados por HICKMANN et al. (2011). Estes autores mostram que o SPD aumenta o DMG, assim como outros indicativos de agregação do solo, devido a um acúmulo de carbono orgânico total.

**Tabela 2.** Efeito simples dos anos na agregação do solo em zonas de diferentes potenciais produtivos em área manejada com agricultura de precisão. Rio Grande do Sul, 2012.

Anos	Classes de agregados (mm)					DMG
	8,00-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,21	<0,21	
	----- % -----					
Condição Inicial	36,21 b*	20,20 a	11,98 a	18,65 a	12,96 a	3,34 b
Condição Final	75,86 a	11,17 b	4,36 b	3,41 b	5,20 a	4,49 a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

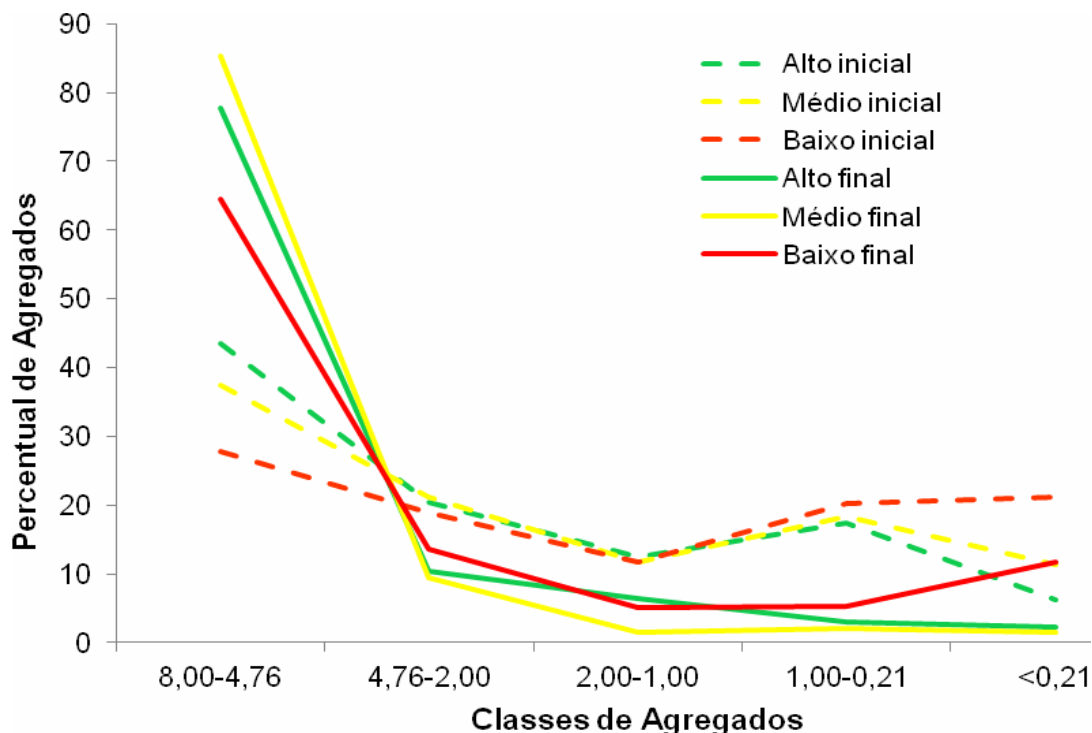
Na tabela 3 são apresentados os efeitos simples das zonas de diferentes potenciais produtivos na agregação do solo, onde se constatou diferença significativa, conforme Teste de Tukey, apenas na classe de macro agregados (8,00-4,76 mm) e no índice DMG. O percentual de agregados de classe 8,00-4,76 mm foi maior nas áreas de alto e médio potencial produtivo, sendo inferior na área de baixo potencial. O índice DMG demonstrou praticamente o mesmo comportamento, sendo superior nas áreas de alto e médio potencial produtivo e inferior na área de baixo potencial produtivo. A partir de tais resultados, poder-se inferir que as zonas de alta produtividade apresentam qualidade física do solo superior quando comparadas com zonas de baixo potencial produtivo. Desta forma, a agregação do solo, mostrou-se um indicador de qualidade física do solo eficiente, capaz de diferenciar locais com histórico de produtividades distintas.

**Tabela 3.** Efeito simples das zonas de diferentes potenciais produtivos na agregação do solo em área manejada com agricultura de precisão. Rio Grande do Sul, 2012.

Potencial Produtivo	Classes de agregados					DMG
	8,00-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,21	<0,21	
	----- % -----					
Alto	60,69 a	15,46 a	9,43 a	10,15 a	4,27 a	4,27 a
Médio	61,36 a	15,29 a	6,64 a	10,20 a	6,50 a	4,42 a
Baixo	46,06 b	16,30 a	8,43 a	12,74 a	16,47 a	3,06 b
CV(%)	21,65	42,08	53,35	53,22	149,55	26,18

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A Figura 2 representa a distribuição do percentual de agregados em cada classe nas diferentes zonas de potencial produtivo em dois momentos de avaliação. Neste sentido, pode-se observar que, para a zona de alta e média produtividade, houve um maior percentual de macro agregados (8,00-4,76 mm) em relação às demais classes, já na condição inicial de avaliação.



**Figura 2.** Distribuição do percentual de agregados em cada classe nas diferentes zonas de potencial produtivo em dois momentos de avaliação. Rio Grande do Sul – Brasil, 2012.

Observa-se ainda que, independentemente do potencial produtivo, houve um aumento no percentual de macro agregados nas três zonas estudadas, destacando-se a zona de médio e alto potencial produtivo, as quais mostraram maior agregação na condição final em relação a inicial. Desta forma, verifica-se em condições de SPD, que o não revolvimento do solo, aliado ao aporte constante de biomassa ao sistema e as estratégias de rotação de culturas proporcionaram condições favoráveis ao aumento do grau de organização do solo, demonstrado pelo aumento de macro agregados.

### CONCLUSÕES

As zonas de alto e médio potencial produtivo apresentam aumentos mais significativos na macroagregação do solo, em relação a zonas de baixo potencial produtivo.

A agregação do solo mostrou-se um eficiente indicador de qualidade física do solo, distinguindo áreas com diferentes potenciais produtivos.

Agregados da classe 8,00-4,76 mm e o DMG podem ser utilizados como indicadores de qualidade física do solo e separação de zonas com distintos potenciais produtivos.



## REFERÊNCIAS

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; CASSOL, L. C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.03, p.383-391, 1999.

CAMPOS, B. C. de; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo vermelho-escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.01, p.121-126, 1995.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.3, p.527-538, 1998.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. de. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1185-1191, 2006.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Brasília, EMBRAPA Produção de informação; Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, 2006, 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1997. 212p.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. da; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, R. B. A. Morfologia e estabilidade de agregados superficiais de um Argissolo vermelho-amarelo sob diferentes manejos de longa duração e mata atlântica secundária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.6, p.2191-2198, 2011.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; WHITE, J. L., eds. **Methods of soil analysis**. Pat 1. Madison, American Society of Agronomy, p.499-509, 1965.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p.141-150, 2000.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, v.22, n.1, p.83-92, 2002.

OLSZEWSKI, N.; COSTA, L. M.; FERNANDES FILHO, E. I.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, R., C.; CRUZ, J. C. Morfologia de agregados do solo avaliada por meio de análise de imagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.5, p.901-909, 2004.

PASSOS, R. R.; RUIZ, H. A.; MENDONÇA, E. de S.; CANTARUTTI, R. B.; SOUZA, A. P. de. Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono orgânico lábil em

agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1119-1129, 2007.

SAS INSTITUTE - Statistical Analysis System. **SAS/STAT User's Guide 8.0**. North Caroline, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality: complete samples. **Biometrika**, v.52, n.3/4, p.591-611, 1965.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.2, p.311-317, 1998.

SOUZA, Z. M. de; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e matéria orgânica em solos de relevos diferentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.491-499, 2004.

VASCONCELOS, R. F. B. de; CANTALICE, J. R. B.; OLIVEIRA, V. S. de; COSTA, Y. D. J. da; CAVALCANTE, D. M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.2, p.309-316, 2010.

TISDALL, J. M.; COCKROFT, B.; UREN, N. C. The stability of soil aggregates as affected by organic materials microbial activity and physical disruption. **Australian Journal of Soil Research**, v.16, n.1, p.9-17, 1978.

WARRICK, A. W.; NIELSEN D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, p. 319-344, 1980.