

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

RAFAEL TSCHIEDEL

**AGREGAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO PARA
PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS**

**CERRO LARGO
2023**

RAFAEL TSCHIEDEL

**AGREGAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO PARA
PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Tschiedel, Rafael

Agregação do solo em diferentes sistemas de manejo para produção de hortaliças / Rafael Tschiedel. -- 2023. 41 f.:il.

Orientador: Prof. Dr Douglas Rodrigo Kaiser

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

1. Agregação. 2. Sistema Plantio Direto. 3. Física do Solo. I. Kaiser, Douglas Rodrigo, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

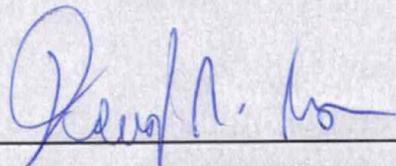
RAFAEL TSCHIEDEL

**AGREGAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO PARA
PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 15/02/2023.

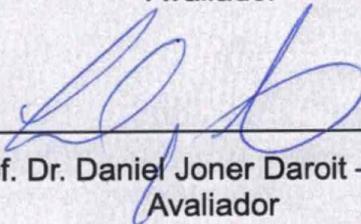
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser – UFFS
Orientador



Prof. Renan Costa Beber Vieira – UFFS
Avaliador



Prof. Dr. Daniel Joner Daroit – UFFS
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família pelo apoio, principalmente meus pais Irineu Antônio Tschiedel e Neiva Teresinha Tschiedel, além do meu irmão Marco Antônio Tschiedel, que entenderam meus momentos de ausência, além de sempre apoiar minhas decisões.

A todos os professores que ensinaram o necessário para atingir a graduação, mas em especial ao professor Dr. Douglas Rodrigo Kaiser, pois além de me indicar, debater e ensinar sobre o trabalho de conclusão de curso, sempre influenciou e promoveu a pesquisa.

Além disso, agradeço a todos os colegas bolsistas e voluntários do laboratório de Pedologia e Física do solo, da UFFS Campus Cerro Largo-RS, que ajudaram na conclusão do trabalho.

RESUMO

No sistema convencional de produção de hortaliças a estrutura do solo, principalmente a agregação pode ser afetada pelo revolvimento do solo, degradando a matéria orgânica. Como alternativa seria possível usar um diferente sistema de manejo, como sistema de plantio direto de hortaliças, com o objetivo maior uso de cobertura vegetal e de diminuir o revolvimento. O objetivo do presente trabalho é avaliar a agregação do solo nas camadas 00-10 e 10-20 cm na cultura da alface, após 5 anos de diferentes manejos do solo para produção de hortaliças. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da UFFS, *campus* Cerro Largo-RS, onde o experimento foi instalado em 2018 com os seguintes tratamentos: sistema convencional sem cobertura (SCsC), sistema convencional com cobertura (SCC), plantio direto sem cobertura (PDsC) e sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH). O delineamento experimental utilizado é de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A metodologia foi seguindo de acordo com o Método padrão da via úmida e para a avaliação visual foi seguido o método DRES. Houve diferença significativa na avaliação visual da primeira camada, onde o plantio direto sem cobertura se sobressaiu aos demais, na segunda camada não houve diferença significativa. Nas avaliações de Diâmetro Médio Ponderado e Diâmetro Médio Geométrico não tiveram nenhuma diferença significativa entres os manejos. Também não houve diferença significativa entre as classes de agregados.

Palavras-chave: Estrutura do Solo, Sistema Convencional, Sistema Plantio Direto de Hortaliças.

ABSTRACT

In the conventional vegetable production system, soil structure, especially aggregation, can be affected by soil turning, degrading organic matter. As an alternative, it would be possible to use a different management system, such as a no-tillage system for vegetables, with the aim of increasing the use of vegetation cover and reducing tillage. The objective of the present work is to evaluate the soil aggregation in the layers 0-10 and 10-20 cm in the lettuce crop, after 5 years of different soil management for vegetable production. The work was carried out in the experimental area of UFFS, campus Cerro Largo-RS, where the experiment was installed in 2018 with the following treatments: conventional system without covering (SCsC), conventional system with covering (SCC), no-tillage without covering (PDsC) and vegetable no-tillage system (SPDH). The experimental design used is randomized blocks, with five replications. The results were subjected to analysis of variance and Tukey's test at 5% probability. The methodology was followed according to the standard wet method and for the visual evaluation the DRES method was followed. There was a significant difference in the visual evaluation of the first layer, where no-tillage without cover stood out from the others, in the second layer there was no significant difference. In the evaluations of Weighted Average Diameter and Geometric Average Diameter, there was no significant difference between managements. There was also no significant difference between the classes of aggregates.

Keywords: Soil Structure, Conventional System, Vegetable No-Tillage System.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Croqui do experimento.....	20
Figura 2: Separação manual dos agregados em peneiras.....	21
Figura 3: Peneiras com diâmetros de 4,75-2,0-1,0 e 0,25 mm.....	21
Figura 4: Aparelho de oscilação vertical.....	22
Figura 5: Avaliação visual dos agregados.....	25
Figura 6: Chave para atribuição das notas de qualidade estrutural de cada camada da amostra de solo do DRES.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Diâmetro médio da classe de agregados.....	24
Tabela 2-Resultados dos diâmetros médios ponderados e geométrico na cultura da alface, sob a influência dos tratamentos sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH), plantio direto sem cobertura (PDsC), sistema convencional com cobertura(SCc) e sistema convencional sem cobertura (SCsC).....	27
Tabela 3-Distribuição da porcentagem de agregados em diferentes classes (mm), sob influência dos tratamentos Sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH), Plantio direto sem cobertura (PDsC) , sistema convencional com cobertura (SCc) e sistema convencional sem cobertura (SCsC), na cultura da alface nas primeiras duas camadas.....	28
Tabela 4-Síntese da análise de variância para o índice de qualidade estrutural do solo em diferentes sistemas de manejo na cultura da alface, dividido por profundidades.....	30
Tabela 5-Síntese da análise de variância para o índice de qualidade estrutural do solo em diferentes sistemas de manejo na cultura da alface, em diferentes tratamentos.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
SPDH	Sistema de plantio direto de hortaliças
PDSC	Plantio direto sem cobertura
SCC	Sistema convencional com cobertura
SCSC	Sistema convencional sem cobertura
UE	Unidades experimentais

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ	Somatório
*	Multiplicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo geral.....	13
1.1.2	Objetivos específicos.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	AGREGAÇÃO DO SOLO.....	14
2.2	SISTEMA CONVENCIONAL.....	16
2.3	SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS.....	17
2.3.1	Aveia Branca(<i>Avena sativa L.</i>) como cobertura vegetal.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	20
3.2	DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO E ESTABILIDADE DE AGREGADOS....	21
3.3	ANÁLISE VISUAL UTILIZANDO DRES.....	25
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	ESTABILIDADE DE AGREGADOS DO SOLO.....	28
4.2	QUALIDADE VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO.....	30
5	CONCLUSÕES.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A olericultura é muito importante na economia do país sendo uma das principais atividades agrícolas realizada pelos brasileiros. A maior produção olerícola ocorre pela agricultura familiar, essa atividade ainda está em expansão, não só na área comercial, mas como na área do conhecimento, onde cada vez mais é investido em pesquisa e trabalhos sobre hortaliças (PEREIRA, 2016).

O grande problema da produção de hortaliças no solo atualmente, é o fato de que esse sistema acaba prejudicando o solo a médio prazo, onde a qualidade deste diminui, tanto na parte física, química e biológica. Utilizando o sistema convencional de hortaliças, sendo este tendo os mesmos princípios do de grãos, o solo acaba sendo revolvido inúmeras vezes, além de não contar com plantas usadas para a cobertura vegetal. Isso resulta em problemas econômicos para o produtor e problemas para a sucessão dessa área (NICOLODI, 2008).

A partir da realização de pesquisas, sobre como poderiam ser enfrentados esses problemas no sistema convencional, que foi designado um novo tipo de manejo para as hortaliças. O sistema de plantio direto de hortaliças, tem como base não só questões econômicas, mas também sociais, ele foi criado a partir da agricultura conservacionista, buscando um equilíbrio entre a produção e a vida do solo. Esse sistema é uma clara contrapartida ao convencional, onde no plantio direto não há o revolvimento do solo, assim ocorre o uso da palha da cultura anterior (Fayad *et al.*, 2019).

Uma das formas de avaliar esses diferentes manejos, é partir da agregação do solo. A partir dos agregados do solo é possível realizar os mais diversos métodos para a avaliação, e a agregação acaba se tornando uma parte importante para julgar a qualidade do solo.

Assim o objetivo desse trabalho é avaliar como a agregação do solo reagiu com os diferentes tipos de manejo na produção de hortaliças.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito que diferentes manejos do solo na produção de hortaliças possuem sobre a agregação do solo.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Estimar o Diâmetro Médio Ponderado(DMP) e Diâmetro Médio Geométrico (DMG).
- b) Determinação da porcentagem de agregados em diferentes classes (mm).
- c) Avaliação visual dos agregados do solo, pelo método DRES.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AGREGAÇÃO DO SOLO

Para Vezzani (2011), a estrutura do solo é gerada pela combinação da agregação composta pelas partículas primárias sendo elas a areia, silte e argila em conjunto com compostos orgânicos junto com compostos minerais. Assim os agregados são definidos como unidades que são básicas para a estrutura e para a construção do solo, onde os próprios agregados são gerados pela ação conjunta de raízes, restos de plantas, microrganismos e a matéria orgânica.

O conceito de estrutura do solo deve ser feito considerando vários processos físicos em um solo, onde para obter uma boa estrutura tem-se fatores distintos. Na aeração do solo pode ser pela alta porosidade, no fluxo de água no solo pode ser por uma alta condutividade hidráulica; na erosão, pode ser por uma estabilidade de agregados, para a lavoura pode ser pouca resistência cortante e para o crescimento das raízes, pode ser a pouca resistência a penetração. (FORSYTHE, 1975, p. 173).

Um solo melhor estruturado acaba sendo influente no crescimento vegetal e na dinâmica da água no solo. Onde a água da chuva, em vez de ter um acúmulo na superfície do solo, fazendo com que ocorresse a erosão, irá ter uma infiltração que acontece de forma rápida, onde atinge as camadas mais profundas do solo. A porosidade também será influenciada, na qual vai ser maior e assim o sistema radicular terá maiores trocas gasosas. Essa porosidade também beneficia o crescimento radicular, pois macroporos resultam em uma boa aeração. Outro destaque é o fato que um solo bem estruturado se torna mais resistente à compactação (CAPECHE, 2018).

Para que ocorra o processo que resulta na formação dos agregados há duas fases que podem ser simultâneas ou não. Uma em que acontece a associação de partículas a partir de atração eletrostática, sendo considerado uma ação mecânica relacionado a hifas e raízes e a variação do conteúdo de água no solo, por meio de intervalos em que há umedecimento e a secagem (BOCHNER *et al.*, 2008). Já o

outro processo acontece segundo Castro Filho, Muzili e Podanoshi (1998), pela união das partículas, ocorrendo a partir de agentes cimentantes, como os exsudatos que são liberados pelas raízes e polímeros de matéria orgânica, agindo pela função da fração mineral do solo, pelos cátions polivalentes.

Os microagregados e macroagregados são as unidades estruturais que formam os agregados, onde Garcia e Rosolem (2010) descrevem que os microagregados (estruturas menores que 0,25 milímetros) têm sua estrutura formada por produção de polissacarídeos, gerados pelo metabolismo de microrganismos, e decomposição de raízes e resíduos animais e vegetais. Já os agregados maiores que 0,25 mm denominados macroagregados têm a sua formação pela união mecânica dos microagregados influenciada pelo crescimento das raízes das plantas presentes e hifas de fungos rizósfericos.

Sobre o processo de agregação do solo Vezzani (2001) relata que ele acontece por causa de diversas interações de plantas, microrganismos e até de subsistemas mineral. Com isso há a relação do diâmetro dos agregados, os de tamanho menor possuem uma complexidade pequena e são bem diversificados, além de dispor de pouca energia e matéria retida. Já os agregados que possuem um diâmetro maior, são mais diversificados e complexo, conseguindo reter uma maior quantidade e energia e de matéria.

A agregação do solo pode ser melhorada principalmente pela preservação de restos de raízes das culturas anteriores, causando uma prolongação da arquitetura dos poros, ajudando na aeração e até o movimento da água (CASTRO FILHO, 1998). Outra forma de aumentar a agregação é o uso de plantas com sistema radicular bem desenvolvido, como as de gramíneas, que conseguem atingir uma profundidade grande, gerando um aporte de matéria orgânica a partir da rizo-deposição e morte de raízes(LOSS, 2014).

Autores como Silva *et al.*,(1998) e Palmeira *et al.*,(1999), descrevem que as raízes de plantas agem acelerando a agregação, principalmente pela liberação de exsudatos orgânicos que agem como energia para atividade microbiana, e também na aproximação das partículas minerais já que exercem pressão durante seu crescimento e absorvem água, o que auxilia na coesão entre partículas de solo.

Segundo Wohlenberg *et al.*,(2014) a estabilização dos agregados está estritamente associada ao teor de matéria orgânica há no solo. A diminuição desse teor é influenciado pelo uso e preparo excessivo do solo, ou uma baixa absorção de

material orgânico ocasionada pelo sistema de cultivo implantado, gerando a uma diminuição da estabilidade de agregados.

Então um solo bem estruturado vai ser aquele em que a proporção entre microporos e macroporos auxilia na penetração de raízes e a própria aeração, facilitando o metabolismo de raízes e planta (SOUZA *et al.*, 2018). Letey (1985) cita que a estrutura do solo influencia diretamente na movimentação das águas, aeração, densidade do solo e calor.

2.2 SISTEMA CONVENCIONAL

No Brasil o sistema de manejo de solo para a produção de hortaliças dominante é o sistema convencional, sendo encontrado também nos sistemas orgânicos e agroecológicos (FAYAD *et al.*, 2019). Para Nicolodi (2008) o sistema convencional possui um grande revolvimento do solo resultando na sua desagregação, fazendo com que haja uma degradação da matéria orgânica de forma rápida e como há uma pequena ou quase nula variedade de plantas que são usadas na rotação, há um menor desenvolvimento de condições químicas presentes no solo.

O sistema convencional para hortaliças tem como base o revolvimento do solo, onde no plantio isso será feito com a aração e posteriormente será realizado o desterroamento com a enxada rotativa. Todas essas ações resultarão na pulverização do solo, originando degradações tanto na parte física, química e biológica do solo (LOSS *et al.*, 2015). Autores como Oliveira *et al.*, (2003), destacam que a intensividade do manejo gera uma grande perda de matéria orgânica, podendo causar rápida degradação da estrutura e fertilidade.

Há um processo dinâmico no sistema convencional. A partir do revolvimento do solo ocorrerá a quebra dos agregados, fazendo com que os microrganismos obtenham o material orgânico que estava protegido, expondo-o e iniciando o processo de aeração, que desencadeia a atividade de agentes decompositores. Esse revolvimento torna a decomposição do sistema solo muito rápida, justamente por causa da destruição mecânica e da parte microbiológica deste (VAZZANI, 2001).

2.3 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS

O sistema de plantio direto de hortaliças surgiu como uma alternativa para os problemas enfrentados no sistema convencional. Neste último há um preparo do solo inadequado, além do revolvimento e uso de insumos agrícolas que contribuíam para um aumento da degradação do solo. Isso tudo resultava na diminuição da matéria orgânica disponível, do aumento da erosão e portanto uma maior perda de água e perda dos nutrientes presentes no solo (MADEIRA *et al.*, 2019). O plantio direto no Brasil está bem consolidado e conhecido abrangendo uma área de 33 milhões de hectares, onde a sua maior parte é distribuída nas culturas de grãos, mas a realidade do sistema de plantio direto de hortaliças é que este ainda tem pouca participação comparado ao convencional (FUENTES-LLANILLO *et al.*, 2021).

Para Freitas(2002) o sistema de plantio direto se baseia na diminuição do revolvimento do solo abrangendo o uso da rotação de culturas com isso diversificando o uso de diferentes sistemas radiculares, assim também ocorre a preservação da cobertura do solo onde se utiliza culturas que são propícias para a formação da palhada. Com esses fatores Santos (2012) destaca que cada vez mais o Sistema de plantio direto tem ganhado o interesse de produtores e empresas, especialmente por causa de suas qualidades não só agrônômicas e econômicas, mas também sociais e ambientais.

Uma das grandes diferenciações do sistema convencional para o sistema de plantio direto é o uso da cobertura vegetal por este último. Nesse sentido Calegari (2006) relaciona que na fertilidade do solo os efeitos positivos da cobertura são a maior disponibilidade de nutrientes para as plantas e o aumento de teor de matéria orgânica, e na estrutura do solo não só há uma diminuição nos riscos de erosão como um aumento da agregação das partículas do solo.

A cobertura do solo não só é a principal característica do SPDH, mas também age protegendo o solo dos impactos de gotas da chuva, onde isso por si só auxilia no controle da erosão, visto que há uma menor dispersão do solo, fazendo com que ocorra uma melhor infiltração da água sendo essa menos agressiva e consegue ajustar a temperatura do solo (AMADO *et al.*, 2014). A partir de pesquisas da Embrapa Hortaliças (2002), pode-se descobrir qual o verdadeiro potencial de um SPDH bem executado, onde as perdas de água que ocorreriam pelo escoamento

superficial, foram diminuídas em até 80% e já as perdas de solo no processo de erosão poderão ser reduzidas em até 90%, esses valores só aumentam se o poder erosivo da chuva for maior, ou seja, quanto maior a chuva, menor as perdas em um sistema com cobertura vegetal. E toda essa redução é causada pela cobertura do solo. Até na cultura do tomate foi possível verificar que com o uso do sistema de plantio direto houve uma diminuição de 25% de consumo de água na fase de crescimento, justamente porque a cobertura do solo diminui as perdas de água por evaporação que acontecem no solo (MADEIRA *et al.*, 2019).

Os benefícios da transição de um sistema de plantio convencional para um de sistema de plantio direto de hortaliças, começam a aparecer logo após a sua implantação, onde ocorre uma economia no uso de adubo e agrotóxicos, além de que com o decorrer dos anos a lucratividade e produção aumentam exponencialmente (FAYAD *et al.*, 2019).

2.3.1 Aveia Branca (*Avena sativa L.*) como cobertura vegetal

A aveia branca (*Avena sativa L.*) é uma cultura de clima temperado com uma alta adaptabilidade. No ciclo do seu desenvolvimento a necessidade de água é baixa e temperaturas do ar baixas não causarão problemas. O seu fotoperíodo na fase de crescimento e florescimento é de dias longos, necessitando de mais de 12 horas de luz ao dia. Essa planta também consegue ser implantada não só em solos ácidos mas também alcalinos, no entanto sua produção se beneficiará em solos que possuírem ph entre 5,0 e 6,0 (CASTRO; COSTA; NETO, 2012, p. 1-2).

O uso da aveia branca como cobertura vegetal traz benefícios ao solo, pois quando este estará coberto dificultará, principalmente nas estações mais secas, o aumento da erosão e o avanço de plantas daninhas sobre a área. Na questão produtiva, as cultivares que possuem um ciclo mais longo são mais recomendadas, pois estas terão uma disponibilidade dos nutrientes, água e luz por um maior período de tempo, onde a produção de matéria seca dessas cultivares pode atingir de 4500 a 7000 kg/ha (MACHADO, 2000). Segundo Basso & Reinert (1998) as gramíneas em um ao longo prazo como cobertura vegetal, tende a levar a um melhor estado de agregação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O estudo foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Cerro Largo, localizada 28°08'27" Sul e 54°45'37" Oeste. Segundo a classificação de Köppen (1931), o clima da região é definido como Cfa (subtropical sem estação seca definida). O solo é classificado como Latossolo Vermelho (STRECK *et al.*, 2018).

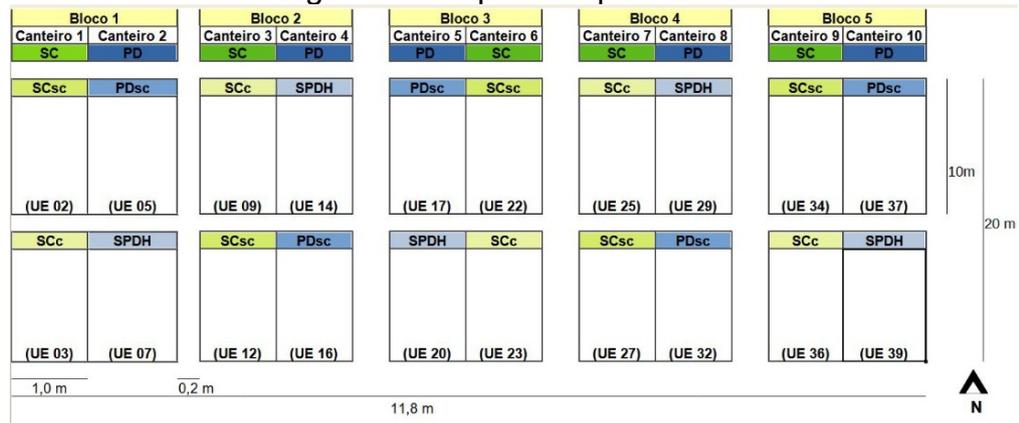
O trabalho foi realizado em uma área onde previamente havia um preparo convencional, a partir do uso de aração e gradagem. Em junho de 2018 foi construído dez canteiros que Primeiramente a área foi submetida a um preparo convencional, utilizando aração e gradagem, onde o seu solo foi corrigido com o uso de calcário atingindo o pH 6. Após isso em junho de 2018 houve a construção de dez canteiros que possuem 1,0 m de largura e 20 m de comprimento, utilizando uma encanteiradora com enxada rotativa, logo após houve a implantação de centeio (*Secale cereale*). Roçado ao final do ciclo e após teve o cultivo de crotalária (*Crotalaria juncea*).

Ao final do ciclo da crotalária, teve a implantação de quatro tipos diferentes de sistemas de manejo do solo: sistema convencional sem cobertura vegetal (SCsc), sistema convencional com cobertura vegetal (SCc), plantio direto sem cobertura vegetal (PDsc) e Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). Onde o delineamento experimental utilizado é de blocos ao acaso, definido por 5 blocos, 4 tratamentos, 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais (UE) (Figura 1).

Sendo definido que nos Sistema de plantio direto de hortaliças se manteve a cobertura vegetal, já nos sistemas de plantio direto sem hortaliças e sistema convencional sem cobertura foi retirada a cobertura e descartada. No Sistema convencional com cobertura, a cobertura foi retirada e armazenada. Nos sistemas convencionais foi feito o revolvimento do solo com a enxada rotativa, no SCc foi recolocada. Esse processo foi repetido após o ciclo de todas as plantas de cobertura.

Em 2019 houve a introdução do repolho (*Brassica oleracea*) e alface (*Lactuca sativa*) em 2020, tendo o cultivo de centeio até dezembro de 2020, tendo novamente uma sequência com o uso de repolho e alface. Finalmente em julho de 2021 teve a implantação da aveia branca (*Avena sativa* L.) + ervilhaca, sendo a cobertura utilizada no experimento. Em 07/05/2022 teve o plantio de alface-americana na área e as suas colheitas foram feitas em 09/08/2022.

Figura 1: Croqui do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO E ESTABILIDADE DE AGREGADOS

As amostras de solo foram coletadas no dia 15/12/2022 sendo coletadas nas camadas de 00-10 centímetros e 10-20 centímetros. Essas amostras tiveram suas retiradas após a cultura da alface, sendo um ponto por parcela. Na coleta foi aberto uma trincheira, com o objetivo de se retirar monólitos de solo de dimensões de 10x10x10 centímetros, utilizando uma pá de corte, onde esses monólitos foram colocados em uma sacola plástica, possuindo cuidado no transporte, onde as amostras não se sobreporão, mantendo a estrutura original (LEMES, 2017)

Após realizados esses procedimentos, no laboratório de Pedologia e Física do solo da UFFS, campus Cerro Largo, ocorreu a separação de agregados, por meio da ação manual com as mãos que pode trazer uma falta de consistência, onde é recomendado extremo cuidado nos pontos de fraqueza dos agregados, onde pode ocorrer uma deformação ou compactação destas (Kemper & Chepil, 1965). Essas passaram por uma peneira de 9 mm e deixadas sobre peneiras de 4,76 mm, que

ficaram na sombra para que ocorra o secamento dessas amostras e depois colocadas em pratos plásticos (Figura 2).

Figura 2: Separação manual dos agregados em peneiras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ocorreu a pesagem de uma amostra de cada UE e dividida pela sua camada para o objetivo de corrigir a umidade, onde estas foram para a estufa ficando a 105°C até atingir uma massa constante. Posteriormente foi pesado 4 subamostras de cada unidade experimental e separada ainda pela sua camada que possuem 25 gramas cada. Estas foram agitadas com água no aparelho de oscilação vertical do tipo Yoder. A preparação ocorreu com o ajuste do nível do aparelho para que a lâmina de água tenha uma superfície homogênea. Logo após esse processo, é separado e colocado quatro conjuntos de peneira de forma decrescente de tamanho, 4,75-2,00-1,00-0,250 mm (Figura 3), ficando em posição inclinada na água ao entrar em contato com ela, para que não tenha problema de haver ar entre as peneiras, ao já estarem abaixo da água elas voltam pra posição normal.

Figura 3: Peneiras com diâmetros de 4,75-2,0-1,0 e 0,25 mm.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após isso, teve a realização da distribuição de água no aparelho de oscilação vertical, onde o nível desta deve ficar 1 cm acima da base da peneira de 4,75 mm, exatamente quando o conjunto de peneiras estiver na sua posição mais alta, e também deve se ter o cuidado para que a peneira de 4,75 mm não fique abaixo da água na sua posição mais baixa.

No aparelho de oscilação vertical teve a distribuição da amostra na peneira de 4,75 mm, com o cuidado de não ocorrer a aglomeração dos agregados, regulando que o aparelho realize uma rotação de 30 oscilações por minuto. Após isso, os agregados ficaram submersos na água em um tempo de 10 minutos em repouso para que ocorra um umedecimento. Após esse período o aparelho foi ligado por 10 minutos, e por meio da oscilação vertical, os agregados foram distribuídos pelas outras peneiras (Figura 4).

Figura 4: Aparelho de oscilação vertical



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a realização da oscilação, foram retirados os conjuntos de peneiras que estavam na água, e o material presente nas peneiras teve como destino latas de alumínio utilizando água destilada. Essas latas foram redirecionadas para uma estufa de circulação de ar a 105°C ficando por um tempo de 1 semana. Teve então a pesagem do material que estava retido na peneira, onde as latas já terão uma pesagem prévia.

A delimitação dos agregados são calculadas com as seguintes equações:

a) Cálculo da umidade gravimétrica do solo (U_g)

$$U_g(\text{kg.kg}^{-1}) = \left(\frac{m_{SU} - m_{SS}}{m_{SS}} \right)$$

Onde:

-mSU: massa do solo úmido (g)

-mSS: massa do solo seco (g)

b) Massa seca inicial de agregados (T_{agr}):

$$T_{agr} = \frac{\text{massaAmostra}}{(1+Ug)}$$

-T_{agr} = massa de agregados da amostra inicial (g);

c) Percentagem de agregados por intervalo de classe de tamanhos:

$$\%AGRi = \frac{(mAgri - mi)}{(T_{agr} - miT)} * 100$$

-mAgri = massa de agregados em cada classe (g)

-mi = massa de material inerte em cada classe (g)

-miT = massa de material inerte total (de todas as classes) (g)

d) Diâmetro Médio Ponderado (DMP):

$$DMP(mm) = f(x) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{mAgri - mi}{T_{agr} - miT} * ci \right)$$

-ci = diâmetro médio da classe de agregados (mm)

e) Diâmetro Médio Geométrico (DMG):

$$DMG (mm) = \exp \sum_{i=1}^n \left(\frac{(mAgri - mi) * \ln * ci}{T_{agr} - miT} \right)$$

-Ln = Logaritmo natural

A tabela 1 demonstra as classes de agregados, seus limites (mm) e diâmetros (mm) seguindo a metodologia de Kemper & Chepil (1965).

Tabela 1-Diâmetro médio da classe de agregados

Classes	Limites das classes (mm)	Diâmetro médio da classe – ci(mm)
Classe 1	9,00 – 4,76	6,38
Classe 2	4,76 – 2,00	3,38
Classe 3	2,00 – 1,00	1,50
Classe 4	1,00 – 0,25	0,625
Classe 5	<0,25	0,125

Fonte: Kemper & Chepil ,1965

3.3 ANÁLISE VISUAL UTILIZANDO DRES

A análise visual dos agregados é feita utilizando o DRES(Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo), onde teve-se avaliado os primeiros 25 cm do solo . Com a realização da avaliação é possível entender os efeitos causados por diferentes manejos no solo, descobrir problemas, podendo assim traçar e realizar planos que teriam como efeito a melhorá deste solo (RALISCH, 2017).

A coleta teve o seu início no dia 15/12/2022 com a abertura de uma minitrincheira entre as linhas de plantio no sentido transversal às operações agrícolas, com o auxílio de um enxadão, de dimensões de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de profundidade e utilizando uma pá de corte foi retirada uma amostra de uma superfície que não teve deformação durante a operação, onde deve ser medido com uma régua se há o tamanho de amostra adequada (10 cm de espessura, largura mínima de 20 cm e profundidade de 25 cm), e pode se utilizar uma faca para retirada dos excessos, essas amostras foram colocadas em uma bacia plástica e houve a desagregação manual aplicando força apenas com uma das mãos (Figura 5).

A partir da avaliação visual teve a determinação se as amostras possuíam mais de uma camada, tendo a sua diferenciação feita pela mudança de estruturas , organismos vivos e presença de solo pulverizado. Na avaliação todas as amostras possuíam 2 camadas, tendo a sua determinação com uma régua (RALISCH, 2017).

Figura 5: Avaliação visual dos agregados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As avaliações foram feitas observando se havia a presença de torrões e compactação no solo além de atividade biológica. Com isso há a distribuição de notas sobre o solo retirado, onde elas variam de 1 a 6, sendo 6 a nota dada a uma amostra com a melhor condição estrutural, e 1 para uma amostra com um solo degradado. A classificação dos agregados ocorreu seguindo a chave para atribuição das notas de qualidade estrutural de cada camada da amostra de solo do DRES (Figura 6).

Figura 6: Chave para atribuição das notas de qualidade estrutural de cada camada da amostra de solo do DRES.

Condição Inicial	Camadas da amostra com evidências de conservação/recuperação			Camadas da amostra com evidências de degradação		
Qe_s	$Qe_s = 6$	$Qe_s = 5$	$Qe_s = 4$	$Qe_s = 3$	$Qe_s = 2$	$Qe_s = 1$
Tamanho do agregado e % na amostra	Mais de 70% de agregados com 1 a 4 cm	50 a 70% de agregados de 1 a 4 cm	Menos de 50% de agregados de 1 a 4 cm	Menos de 50% de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm	50 a 70 % de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm	Mais de 70% de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm
Características da estrutura	Estrutura friável, agregados muito grumosos e porosos, com atividade biológica alta. Raízes abundantes e bem distribuídas na camada avaliada, sem deformações ocasionadas por impedimentos físicos, crescendo através dos agregados.	Estrutura friável, agregados grumosos e porosos, com mediana atividade biológica. Raízes bem distribuídas na camada avaliada, podendo apresentar poucos sinais de restrição ao crescimento. As raízes crescem predominantemente através dos agregados.	Estrutura friável, pouco grumosa, pouco poros e fraca atividade biológica. Raízes podem apresentar algum impedimento ao desenvolvimento.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, com poucos poros e pouca atividade biológica. Pode apresentar raízes achatadas com dificuldade para desenvolvimento pleno na camada avaliada.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, com alguns poros e pouca atividade biológica. Desenvolvimento radicular limitado, com predomínio de raízes achatadas com dificuldade para penetração no interior dos agregados.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, sem poros visíveis e atividade biológica. Forte restrição ao desenvolvimento radicular, com predomínio de raízes achatadas, crescendo preferencialmente nas fissuras entre os agregados.

Fonte: RALISCH (2017).

As amostras com notas atribuídas foram feitos o cálculo de Índice de Qualidade Estrutural do solo da Amostra (IQEA) e o cálculo de índice de qualidade estrutural do solo (IQES) na gleba avaliada. O IQEA é a média das notas que foram atribuídas para as camadas, sobre a espessura de cada uma. Já o IQES da gleba ou área homogênea é feito pelas médias da notas encontradas no IQEA e das amostras individuais daquela gleba, nesse caso o IQES vai ser usado separando as notas dos tratamentos aplicados.

$$IQEA = \frac{(Ec\ 1 \times Qec\ 1) + (Ec\ 2 \times Qec\ 2) + (Ec\ 3 \times Qec\ 3)}{E\ total}$$

Ec = espessura de cada camada, em cm (o número de camadas pode variar de 1 a 3);

Qec = nota de qualidade estrutural atribuída à cada camada;

E total = espessura/profundidade total da amostra (25 cm).

$$IQES = \frac{(IQEA\ 1 + IQEA\ 2 + \dots + IQEA\ n)}{n}$$

n = número total de amostras;

IQEA = nota de qualidade estrutural atribuída às amostras, de 1 até a n.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados que serão obtidos foram levados à avaliação de distribuição normal e análise de variância (ANOVA), médias comparadas ao teste de Tukey a 5% de significância através do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTABILIDADE DE AGREGADOS DO SOLO

Avaliação da agregação do solo em duas camadas, nas profundidades de 00-10 e 10-20 cm (Tabela 2), com determinação do diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP). Onde não houve diferença significativa entre médias ($p>0,05$).

Tabela 2-Resultados dos diâmetros médios ponderados e geométrico na cultura da alface, sob a influência dos tratamentos sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH), plantio direto sem cobertura (PDsC), sistema convencional com cobertura(SCc) e sistema convencional sem cobertura (SCsC).

Tratamentos	Camada	-----mm-----	
		DMP	DMG
SPDH	Primeira	3,46 a	2,15 a
	Segunda	2,05 a	1,12 a
PDsC	Primeira	3,51 a	1,95 a
	Segunda	2,19 a	0,98 a
SCc	Primeira	3,39 a	2,10 a
	Segunda	1,77 a	1,02 a
SCsC	Primeira	2,44 a	1,34 a
	Segunda	1,79 a	0,96 a
CV(%)	Primeira	26,04	36,70
	Segunda	52,96	28,09

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si(Tukey $P\leq 0,05$).

Um dos fatores que não houve uma diferença significativa entre os diferentes manejos seria o fato que essa área está apenas a 5 anos com essa configuração, sendo assim ainda não houve o impacto dos manejos. Onde para autores como Castro Filho, Muzilli e Podanoschi (1998), solos argilosos levam um maior tempo para que as modificações na estrutura sejam notáveis, para isso o recomendado seria um trabalho a longo prazo, onde os autores apenas após 14 anos conseguiram alterações na estabilidade de agregados. Já Andrade, Stone e Silveira (2009),

concluíram após 5 anos de estudo, que o uso de cobertura vegetal, resultam numa maior estabilidade de agregados nas camadas superficiais do solo.

Com isso é esperado que se o sistema tivesse sido implantado a mais tempo, teria resultados parecidos com Hernani e Guimarães (1999), onde foi observado que a elevação do DMP dos agregados estáveis em água quando o plantio direto foi usado junto com a rotação de culturas. Resultado que se relacionam ao de Niero *et al.*, (2010), onde os maiores valores de DMP foram encontrados em manejos com o menor revolvimento da superfície do solo, sinalizando que a estabilidade de agregados é relacionado a mobilização do solo feita pelo sistema de manejo. Palmeira *et al.*, (1999) em um experimento de 14 anos, encontrou que solos com rotação de culturas, houve o aumento dos diâmetros médios ponderados dos agregados.

Tabela 3-Distribuição da porcentagem de agregados em diferentes classes (mm), sob influência dos tratamentos Sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH), Plantio direto sem cobertura (PDsC) , sistema convencional com cobertura (SCc) e sistema convencional sem cobertura (SCsC), na cultura da alface nas primeiras duas camadas.

Tratamentos	Camada	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
		9,0 - 4,76	4,76 - 2,00	2,00- 1,00	1,00 - 0,25	<0,25
		-----%				
SPDH		39,87 a	16,77 a	14,35 a	21,80 a	9,08 a
PDsC	Primeira	41,60 a	16,04 a	10,99 a	19,92 a	9,55 a
SCc		39,57 a	15,40 a	13,24 a	22,24 a	9,52 a
SCsC		20,79 a	19,36 a	17,75 a	29,02 a	13,06 a
	CV(%)	43,90	24,38	29,34	34,59	32,28
SPDH		17,11 a	13,20 a	17,70 a	37,67 a	14,31 a
PDsC	Segunda	19,56 a	11,85 a	17,72 a	40,92 a	9,80 a
SCc		11,84 a	13,33 a	18,38 a	43,91 a	12,53 a
SCsC		13,21 a	12,42 a	16,90 a	41,67 a	15,72 a
	CV(%)	114,04	30,02	30,28	32,43	40,90

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si (Tukey $P \leq 0,05$).

Novamente não houve diferenças significativas entre os diferentes manejos na porcentagem de agregados divididos em diferentes classes (Tabela 3), no qual, o pouco tempo de aplicação pode ser um dos motivos que não pode ser observado as diferenças, onde estudos de autores como Salton *et al.*, (2008) em um sistema

agropecuário em Latossolo Vermelho e Vezzani *et al.*, (2011) em um Argissolo, notaram que houve incremento em uma mesma classe de agregados em sistemas de manejo de plantio direto se comparados ao preparo convencional, apenas em experimentos de uma longa duração. Esses incrementos foram obtidos após 9 e 11 anos de experimento respectivamente.

Resultados encontrados por Loss *et al.*, (2015) em uma área com Cambissolo Húmico e passando por uma transição de sistema convencional e direto em mais de 30 anos tiveram agregados maiores no SPDH comparados ao sistema convencional. Isso se deu justamente por causa da manutenção da fitomassa no solo, além da ação do sistema radicular, fazendo com que ocorra a aproximação das partículas do solo e que ocorra a liberação exsudatos, trazendo maior estabilidade.

Um dos fatores que afetaram a avaliação dos agregados nos diferentes sistemas de manejo foi as condições meteorológicas em diferentes momentos da avaliação, onde Cemaden (2022), aponta que houve chuvas abaixo da média em julho de 2022, graças ao efeito de La Niña, período logo após a implantação da alfaca na área. E Cemaden (2023) conclui que em dezembro de 2022 houve a detecção de seca extrema no Rio Grande do Sul, mês onde ocorreu a retirada das amostras.

4.2 QUALIDADE VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO

Já na avaliação visual do solo dividido por uma profundidade (Tabela 4) houve diferença significativa entre os sistemas de manejo, na qual o Plantio direto sem cobertura vegetal apresentou os melhores resultados justamente na camada superficial, seguido por Sistema de plantio direto de hortaliças e Sistema convencional sem cobertura que não diferiram significativamente entre si e o sistema convencional com cobertura obteve os piores resultados. As justificativas podem ser as mesmas encontradas para a (Tabela 2) do Diâmetro médio geométrico (DMG) e Diâmetro médio ponderado (DMP) e (Tabela3) sobre porcentagem de classes de agregados. Sendo o período de seca e apenas 5 anos da implantação do experimento. Já na segunda camada, não teve diferença significativa entre nenhum dos manejos.

Seguindo a metodologia de Ralisch (2017), os solos apresentam problemas na primeira camada, mesmo no PDsC que diferiu significativamente, onde este apresentou 50 a 70% dos agregados menores que 1 cm ou maiores que 7 cm. Sendo assim, a presença de agregados menores que 1 centímetro de modo pulverizado constitui no favorecimento da oxidação e perda da MO, já que está exposta aos agentes decompositores, além de influenciar no transporte no processo de erosão.

Na segunda camada foi observado uma melhor qualidade de agregados, onde mesmo não variando significativamente, se obteve médias de notas diferentes, onde no SCc foi observado uma nota melhor na avaliação visual com uma média 4, onde sua maioria de agregados são menores que 1 cm e maiores que 4 cm, sendo este intervalo considerado ideal em um solo, potencializando a fertilidade e produtividade (TAVARES FILHO *et al.*, 1999).

Tabela 4-Síntese da análise de variância para o índice de qualidade estrutural do solo em diferentes sistemas de manejo na cultura da alface, dividido por profundidades.

Camadas	IQEA				CV(%)
	SPDH	PDsC	SCc	SCsC	
Primeira	1,6 ab	2,6 a	1,0 b	1,4 ab	46,95
Segunda	3,60 a	2,80 a	4,00 a	3,80 a	28,86

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si (Tukey $P \leq 0,05$).

Na (Tabela 5) houve a avaliação de uma gleba total, ou seja, não ocorreu a separação por profundidades, onde nenhum manejo obteve diferença significativa entre si. Com isso, Ralisch (2017) considera que a qualidade estrutural de um tratamento considerando valores de 2,0 a 2,9 é classificado como ruim, sendo recomendado o uso de uma maior diversidade de espécies vegetais e culturas que possuem alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e de raízes, sendo usado como exemplo gramíneas, indo diretamente nos problemas enfrentados pelo sistema convencional e reafirmando os valores encontrados nesse sistema.

Tabela 5-Síntese da análise de variância para o índice de qualidade estrutural do solo em diferentes sistemas de manejo na cultura da alface, em diferentes tratamentos.

				IQES	CV(%)
SPDH	PDsC	SCc	SCsC		
2,68 a	2,77 a	2,89 a	2,73 a	27,25	

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si(Tukey $P \leq 0,05$).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os diferentes sistemas de manejo não influenciaram significativamente o DMG e DMP dos agregados.

Não foi possível observar resultados significativos para as médias das classes de agregados do solo em função dos diferentes sistemas de manejo do solo.

Na avaliação visual dos agregados por camada, foi possível obter resultados significativos na primeira camada avaliada, onde o plantio direto sem cobertura obteve o maior resultado.

Na avaliação visual de agregados por tratamento não foi possível obter resultados significativos em função do sistema de manejo.

O experimento ainda possui pouco tempo de implantação, além dos problemas enfrentados devido a falta de chuva.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C.; ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R.; SOUZA, R.F. **Erosão Hídrica em um Latossolo Vermelho cultivado com hortaliças sob diferentes sistemas de manejo**. In: Anais ... XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009.
- ANDRADE, Rui da S.; STONE, Luís F.; SILVEIRA, Pedro M. da. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 411-418, ago. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662009000400007>.
- BASSO, C.J. & REINERT, D.J. Variação da agregação induzida por plantas de cobertura de solo no inverno e plantio direto de milho em um solo Podzólico. **Ci. Rural**, 28:567-571, 1998
- BOCHNER, Júlia Kishida et al. Matéria orgânica e agregação de um planossolo sob diferentes coberturas florestais. **Revista Cerne**, Lavras, p. 46-53, mar. 2008.
- BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, v. 124, n. 1-2, p. 3-22, 2005.
- Calegari, A. Sequestro de carbono, atributos físicos e químicos em diferentes sistemas de manejo em um Latossolo argiloso do Sul do Brasil. Londrina: **UEL**, 2006. 191p. Tese Doutorado.
- CAPECHE, Claudio Lucas. Noções sobre tipos de estrutura do solo e sua importância para o manejo conservacionista. 51. ed. Rio de Janeiro: **Embrapa**, 2008. 6 p.
- CASTRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M. da; FERRARI NETO, J. Ecofisiologia da Aveia Branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 1–15, 2012. DOI: 10.18188/sap.v11i3.4808. Disponível em:

<<https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/4808>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

CASTRO FILHO, C. de; 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.

CLAESSEN, Marie Elisabeth Christine. Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos**-Documentos (INFOTECA-E), 1997.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Monitoramento de secas e impactos no Brasil** – Julho/2022. MCTI, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil/monitoramento-de-secas-e-impactos-no-brasil-2013-julho-2022>>. Acesso em: 07 fev. 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Monitoramento de secas e impactos no Brasil** – Janeiro/2023. MCTI, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil/monitoramento-de-secas-e-impactos-no-brasil-2013-dezembro-2022>>: Acesso em 07 fev. 2023.

DONAGEMA, Guilherme Kangussú et al. Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos**-Documentos (INFOTECA-E), 2011.

FAYAD, J.A.; ARL, V.; COMIM, J.J.; MAFRA, A.L.; MARCHESI, D.R. Sistema de plantio direto de hortaliças: método de transição para um novo modo de produção. **Editora Expressão Popular**, São Paulo-SP. 2019, 432 p.

FORSYTHE, W.M. **Las propiedades físicas, los factores físicos de crecimiento y la productividad del suelo**. Instituto interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, [s. l.], 1975.

FLORES Carlos Alberto, et al.: Recuperação da qualidade estrutural, pelo sistema plantio direto, de um Argissolo Vermelho. **Ciência Rural**, Santa Maria; v. 38, n.8, p.2164-2172, nov. 2008

FREITAS, P.L. de. 2002.Sustentabilidade: Harmonia com a Natureza. **Agroanalysis**, n.2, v.22, p.12-17.

Garcia, Rodrigo Arroyo e Rosolem, Ciro Antonio. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio direto e rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** [online]. 2010, v. 45, n. 12 [Acessado 3 Julho 2022], pp. 1489-1498. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010001200021>>

HERNANI, L.C. & GUIMARÃES, J.B.R. Efeitos de sistemas de preparo do solo e rotação de culturas em atributos físicos de um Latossolo Roxo. In: **CONGRESSO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO**, 14., Temuco, 1999. Resúmenes. Temuco, Un. de La Frontera, 1999.

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*. Part 1. Madison, American Society of Agronomy, p.499-509, 1965.

KÖPPEN, William. 1931. *Climatologia*. México, Fundo de Cultura Econômica.

LEMES, Flavio de Lara. **Agregação do solo em sistema de integração lavoura pecuária leiteira**. 36 f. TCC(Graduação) Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2017.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop productions. **Adv. Soil Sci.**, 1:277-294, 1985.

LOSS, A. et al. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, 113: 1-8, 2014.

LOSS, Arcângelo et al. CARBONO ORGÂNICO TOTAL E AGREGAÇÃO DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL DE CEBOLA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. 2015, v. 39, n. 4 [Acessado 1 Julho 2022] , pp. 1212-1224. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140718>>. ISSN 1806-9657.

MACHADO, L.A.Z. Aveia: forragem e cobertura do solo. Dourados: **Embrapa-CPAO**, 2000. (Embrapa-CPAO. Coleção Sistema Plantio Direto, 3). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc243576/1COL20003>>.pdf . Acesso em: 3 jul. 2022.

MACHADO, Luís Armando Zago; BALBINO, Luís Carlos. & CECCON, Gessi. Integração lavoura-pecuária-floresta. 1. Estruturação dos sistemas de integração lavoura-pecuária. 110.ed. Dourados, **Embrapa**. 2011, 48p.

MADEIRA, Nuno Rodrigo, LIMA, Carlos Eduardo Pacheco; MELO, Raphael Augusto Castro e; FONTENELLE, Mariana Rodrigues; SILVA, Juscimar da; MICHEREFF FILHO, Miguel; GUEDES, Ítalo Moraes Rocha. Cultivo do tomateiro em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 2019. 31p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 168).

Nicolodi, Margarete et al. Insuficiência do conceito mineralista para expressar a fertilidade do solo percebida pelas plantas cultivadas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. 2008, v. 32, n. spe [Acessado 20 junho 2022] , pp. 2735-2744. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000700017>>. Epub 05 Fev 2009. ISSN 1806-9657.

NIERO, L. A. C. et al. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um Latossolo Vermelho distro- férrico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4,p. 1271-1282, 2010.

OLIVEIRA, F. L. et al. USO DO PRÉ-CULTIVO DE *Crotalaria juncea* E DE DOSES CRESCENTES DE “CAMA” DE AVIÁRIO NA PRODUÇÃO DO REPOLHO SOB MANEJO ORGÂNICO. **Agronomia**, Seropédica, v. 37, n. 2, p. 60-66, jun. 2003.

PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA, C.F.A.; GOMES, A.S.; SILVA, J.B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.189-195, 1999.

PEREIRA, Igor Souza; PEREIRA, Marcia Toyota. **Olericultura**.1. ed. – Brasília: NT Editora, 2016.

RALISCH, Ricardo *et al.* Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES. **Embrapa Soja**, [s. l.], 2017.

RALISCH, Ricardo *et al.* Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo: DRES. Documentos /**Embrapa Soja**, ISSN 1516-781X; 390. Londrina – PR 2017.

ROSSI, C.Q; PEREIRA, M.G; MOURA, O.V.T; ALMEIDA, P.C.A. Vias de formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos. **Pesquisa agropecuária brasileira.**, Brasília, v.51, n.9, p.1677-1685, 2016

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M. & BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 32:11-21, 2008.

Santos, Glenio G. *et al.* Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. 2012, v. 16, n. 11 [Acessado 1 Julho2022],pp.1171-1178.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S141543662012001100005>>. Epub 29 Out 2012. ISSN 1807-1929.

SANTOS, Leonardo Nazário Silva. et al. Avaliação de alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho-amarelo sob diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, v.26, p.940-947, 2010.

SOUZA, Luciano da Silva *et al.* VII-Inter-Relação entre manejo e atributos físicos do solo. **Manejo e conservação do solo e da água**, [s. l.], 2018.

STRECK, E.V.et al. Solos do Rio Grande do Sul. 3 ed. Ver. e ampl.-Porto Alegre, RS:**Emater/RS** – Ascar 2018, p. 252.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; MEDINA, C. C.; BALBINO, L. C.; NEVES, C. S. V. J. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 393-399, 1999.

TISDALL, J.M. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. **Plant Soil**, 159:115-121, 1994.

VEZZANI, F.M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Porto Alegre, **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2001. 184p. (Tese de Doutorado)

VEZZANI, Fabiane Machado; MIELNICZUK, João. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.35,n.1,p.213-223,fev.2011. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000100020>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

Wohlenberg, E. V. et al. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. 2004, v. 28, n. 5 [Acessado 9 Julho 2022], pp. 891-900. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000500011>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ZILLI, E. J. et al. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia** 20: 391-411. 2003.

