

ESTABILIDADE DOS AGREGADOS E A RELAÇÃO COM A ARGILA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ÁGUA IGUAUAÇU

Stability of the Aggregates and the Relationship with the Clay in the Hydrographic Bowl of Ribeirão Água Iguaçu

João Fernando DALLA VILLA*
Pedro FRANÇA JUNIOR**

Resumo: Este estudo buscou relacionar a estabilidade dos agregados com o percentual de argila em uma vertente, onde ocorre transição entre solos da formação Caiuá e Serra Geral. Ao relacionar os resultados do percentual de argila com a estabilidade de agregados, percebe-se que a argila atua diretamente nos resultados de estabilidade, sendo que os volumes que possui maior percentual de argila também apresenta agregados maiores e mais estáveis. Para as análises de estabilidade dos agregados foi utilizado o método via seca, e para a determinação da argila utilizou-se a metodologia de dispersão total, estes métodos são indicados pela Embrapa devido sua precisão.

Palavras-chave: Argila, Estabilidade de Agregados, Volume dos Solos.

Abstract: This study sought to relate the aggregate stability with the percentage of clay in a shed, where there is transition between soils of Caiuá and Serra Geral formation. By linking the results the percentage of clay in the aggregate stability is perceived that the clay acts directly on the results of stability, and the volumes that have a higher percentage of clay also has higher and more stable aggregates. For stability analyzes of the aggregates and used in the method, by a clay determination, use a total dispersion methodology, these methods are presented by Embrapa due to their precision.

Introdução

A estabilidade dos agregados está relacionada com qualidade física dos solos. Dados de estabilidade dos agregados dos solos envolvem diversos fatores, entre eles; características químicas, físicas, biológicas e a atuação humana. Deste modo, a estabilidade dos agregados fornece informações morfológicas do solo. Geralmente, os resultados da análise de estabilidade de agregados são expressos pelo Diâmetro Médio Ponderado (DMP). Este método determina o diâmetro médio ponderado dos agregados do solo, assim, conforme maior a porcentagem de agregados grande, melhor será a estrutura do solo.

Na vertente estudada são encontrados solos de diferentes tipos e origens, isto é, na alta vertente ocorre o Latossolo Vermelho Distrófico, textura média derivada da Formação Caiuá. Na média e

* Mestre em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá. fernando.dalla@hotmail.com.

** Doutor em Geografia pela Universidade de Universidade Estadual Paulista. pfj.pedro@hotmail.com.

Keywords: Clay, Aggregates Stability, Volume Soil.



baixa vertente desenvolve-se o Nitossolo Vermelho Eutroférico, textura argilosa oriundo da Formação Serra Geral, enquanto no sopé da vertente, junto à drenagem ocorre Gleissolo. Diversos pesquisadores já trabalharam com a temática abordada por este estudo entre eles; Llanillo *et al.*, (2006), Silva *et al.*, (2006) e Ribonet *et al.*, (2014). Esses autores comentam, em suas pesquisas, as alterações na estabilidade de agregados de solos derivado das formações citadas. Dessa forma, esta pesquisa buscou analisar a estabilidade dos agregados dos solos da bacia hidrográfica Água Iguaçu e a relação com a argila.

A bacia estudada está localizada no município homônimo, na região Norte Central do estado do Paraná. A vertente elencada vem sendo utilizada para práticas agrícolas, que se desenvolvem de forma convencional, o que pode acarretar em alterações nas propriedades morfológicas dos solos. Como já mencionado a área de estudo está sobre diferentes formações o que originou solos distintos, para melhor visualização da área de transição foi confeccionado um perfil topográfico, onde foi inserido informações sobre os volumes dos solos estudados.

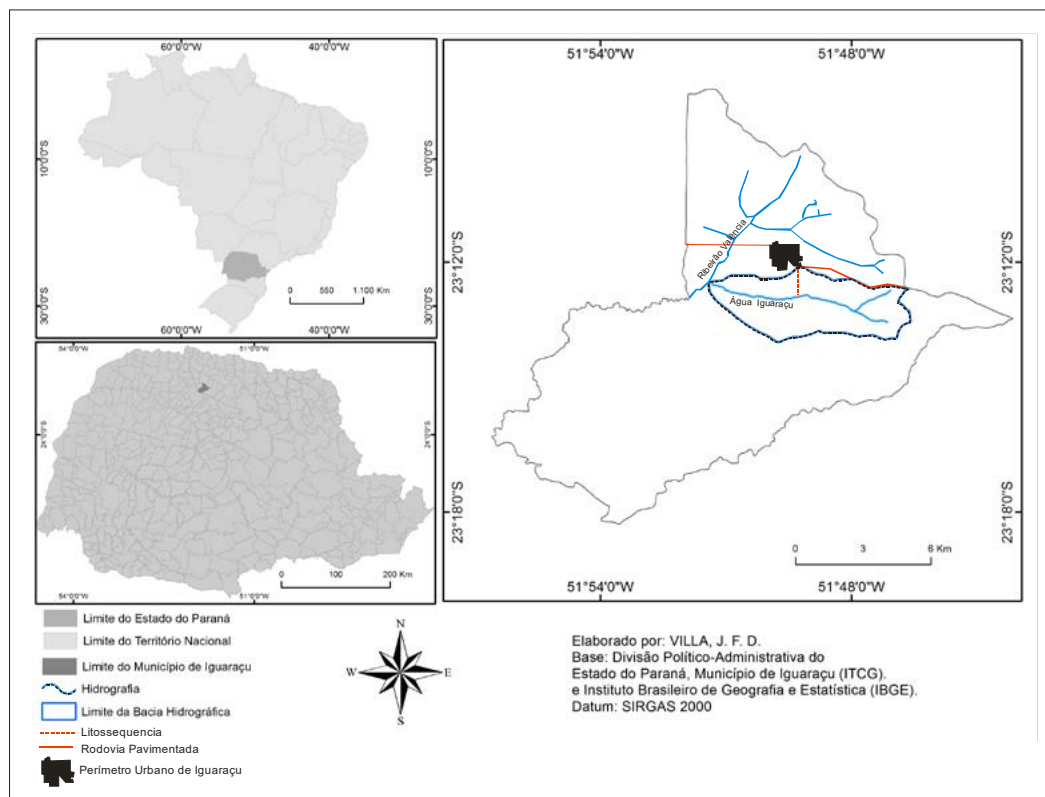
Localização da área de estudo

O recorte espacial da pesquisa é a bacia hidrográfica do ribeirão Água Iguaçu, localizada na região Norte Central do Paraná (Figura 1). A bacia

vem sendo transformada por diferentes processos de uso e ocupação do solo. O município de Iguaraçu possui uma área de 165 Km², com uma população de 3.982 habitantes. A colonização de Iguaraçu iniciou por volta de 1938 a 1940, em 1942 passou a ser distrito de Astorga, sendo elevado à categoria de município pela lei estadual nº 2505, em 22/11/1955 (IBGE, 2010).

A cidade de Iguaraçu, igualmente a boa parte do norte do Paraná, foi colonizada em um curto período de tempo. Junto à colonização, ocorreu a derrubada da vegetação original, o que trouxe prejuízos ao meio ambiente. Inicialmente, a economia de Iguaraçu se baseava na cultura do café. No final da década de 70, no entanto, o café começa a ser substituído por pastagem e culturas temporárias, modificando a economia e a estrutura fundiária do município (PORTAL ONLINE DE IGUARAÇU, 2015).

Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Iguaraçu, Iguaraçu - PR



Elaborado por: VILLA, J. F. D.

Fundamentação teórica

Tisdall e Oades (1982) explicam que a formação dos agregados e a sua estabilização depende de dois processos, que é formação dos agregados e a estabilização dos mesmos, ambos dependentes dos processos físicos, químicos e biológicos. Soprano (2002) esclarece, com base em várias pesquisas como a de Baver (1972) e Sposito (1989), que nos processos químicos, a formação dos agregados se inicia com a flocculação das partículas primárias e, para que ocorra a formação de agregados estáveis nesses processos, necessita de material cimentante, tais como a argila.

A estabilidade dos agregados dos solos está sujeita a alteração tanto pelo processo natural, quanto pelas ações antrópicas. Para Souza *et al.* (2004), a estabilidade dos agregados do solo é a resistência que as partículas do mesmo apresentam em relação à ação das forças desagregadoras. Nesse sentido, a diminuição dos materiais agregadores reduz o diâmetro dos agregados e, conseqüentemente, altera a estrutura do solo. Em relação avaliação da estabilidade dos agregados, Kemper *et al.*, (1965) descrevem algumas maneiras de determinar o tamanho e o estado de agregação do solo. Entre os métodos estaca-se o diâmetro Médio Ponderado (DMP), que quando maior for o DMP, ou a presença de agregados grandes, melhor será a estrutura do solo.

Estabilidade dos agregados e a estrutura dos solos

A estrutura do solo trata-se da forma com que as partículas primárias (silte, areia e argila) se arranjam. Heinrichs (2010) define a estrutura do solo como sendo o arranjo das partículas, podendo ser definida em termos de tipo, classe e grau de desenvolvimento.

Ferreira (2010) explica que a estrutura do solo está relacionada com o arranjo das partículas e este, quando alterado, provoca um novo comportamento das partículas, mudando a qualidade estrutural do solo, alterando a estabilidade dos agregados. Basto *et al.*, (2011) realizaram uma pesquisa sobre estrutura dos solos e seus mecanismos, evidenciando que os fatores que influenciam na formação e na estrutura dos solos são: o material de origem, a lixiviação de produtos de intemperismo e a cimentação. Ferreira (1990) efetuou um estudo sobre a estrutura do latossolo no sudeste do Brasil. Segundo o autor a estrutura do solo é consequência dos processos gerais de seu desenvolvimento. Dessa forma, os fatores de formação do solo podem influenciar no aparecimento de uma determinada estrutura. Araujo *et al.*, (2004) pesquisou sobre a qualidade física de Latossolo

Vermelho Distrófico sob cultivo e sob mata nativa. O autor mostra que a utilização incorreta do solo causa diversas alterações, como a perda de matéria orgânica e das argilas, o que pode modificar a estrutura e alterar a estabilidade dos agregados do solo. Com base nas pesquisas de Hillel (1982), Araujo *et al.*, (2004), Hickmann *et al.*, (2011) e Salton *et al.*, (2012), conclui-se que a estrutura do solo e a estabilidade dos agregados exercem estreitas relações. Geralmente solos que não possuem boa estrutura tendem a apresentar agregados instáveis.

Metodologia

Com o objetivo de avaliar a estabilidade dos agregados e representar a organização dos volumes de solos na vertente, este estudo seguiu a metodologia proposta por Boulet (1993). Optando-se por trabalhar em toplotossequência, uma vez que de acordo com Ruellan (1988), Boulet (1993) e Queiroz Neto (2002), este método possibilita verificar o processo de formação, evolução e o comportamento dos volumes do solo ao longo da vertente. Dessa forma este método proporciona entender o comportamento dos volumes dos solos e a relação da argila com a estabilidade dos agregados nos solos derivados de diferentes litologias.

Estabilidade dos agregados

Para a coleta das amostras de estabilidade e para a confecção da litossequência foram abertas três trincheiras com 2,0m de profundidade. A primeira na alta vertente (TR-1), a segunda na média vertente (TR-2), e a terceira na baixa vertente (TR-3). Após, foi realizado a separação dos volumes do perfil de solo e procedeu-se a descrição morfológica detalhada. Em seguida, foram coletadas as amostras indeformadas de cada volume para serem realizados as análises de estabilidade de agregados (Tabela 1). Para a realização desta análise, utilizou-se procedimento via seca, seguindo o método de peneiramento a seco indicado pela EMBRAPA (1997).

Tabela 1. Identificação das amostras coletadas nas trincheiras

Solos	TR1- Latossolo Vermelho Distrófico				TR2 - Argissolo Vermelho Distrófico				TR3 Nitossolo Vermelho Eutroférico			
	Profundidade (cm)	0 - 29	29 - 68	68 - 135	135 - 200	0 - 25	25 - 47	47 - 140	140 - 200	0 - 25	25 - 49	49 - 146
Volume	Ap	AB	Bw	Bw1	Ap	E	Bt	Bw1	Ap	AB	Bnitco	Bw1

No laboratório, iniciou-se o procedimento de destorroarem, isto é, o solo é quebrado manualmente sem a utilização de ferramentas, sem impacto. Assim, o mesmo se rompe no seu ponto mais fraco. O próximo passo foi passar as amostras em peneira com abertura de 4mm e encaminhar à estufa a 60°C, por 12 horas, para que o solo perdesse toda a umidade.

Posteriormente, foi colocado 100g de solo em um jogo de peneira com as seguintes malhas, 2mm, 1mm, 0,59mm e 0,250mm e um fundo. Em seguida, as amostras foram agitadas em agitador vibratório por 10 minutos a 30 vibrações por minuto. Passado o tempo, o material retido de cada peneira foi pesado. Esse procedimento foi repetido por cinco vezes em cada amostra. Para o cálculo matemático do diâmetro médio ponderado dos agregados, com base na pesquisa de Salton et al. (2012) e na EMBRAPA (1997), aplicou-se a seguinte fórmula:

$$DMP = \sum (x_i \cdot w_i)$$

W_i = massa de cada solo em gramas.

X_i = diâmetro médio das classes em mm.

Argila total

Para a determinação da argila total, utilizou o método da dispersão total, que se baseia na velocidade de queda das partículas. Os procedimentos foram realizados de acordo com as normas do manual da EMBRAPA (1997). Utilizando as mesmas amostras de estabilidade, as mesmas foram secas ao ar, em seguida foram destorroadas, até ficar parecida com “pó de café”. Com amostra preparada, foram pesados 20g de solo, após adicionou se 100ml de água e 10ml de solução hidróxido de sódio. Agitar com bastão de vidro e deixar em repouso durante 12 horas.

No dia seguinte, as amostras foram agitadas em um agitador elétrico. Nesse processo, as amostras são colocadas em vidros próprios do equipamento e agitadas por 18 horas. Após agitadas, as amostras foram colocadas em uma peneira de malha de 0,53cm e lavadas com água destilada sobre uma proveta de 1.000ml. Lava-se amostra até que toda a argila e o silte passem para a proveta. Em seguida, foi realizado o processo de pipetagem, em que foi tirada uma alíquota de amostra com auxílio de uma pipeta, determinando, assim, o percentual de argila. É necessário que se desconte o percentual de dispersante para isso é feito a amostra nomeada de branca (EMBRAPA, 1997).

Representação da topolitossequência

Para a confecção do perfil topográfico, inicialmente foi necessário ir para campo munido de um clinômetro, GPS e metro, com esses equipamentos foi possível obter dados da inclinação e irregularidades da área a ser representada em perfil topográfico. Com a utilização do software *AutoCad 2014* versão estudante, foi confeccionado o perfil topográfico, em seguida foi impresso para facilitar a adição de todas as informações a serem representadas no perfil. Feito isso, o perfil em papel foi digitalizado pelo programa *CorelDraw x3*. Este programa foi utilizado pelo fato do mesmo possuir ferramentas que possibilitam o bom acabamento e precisão.

Para obter informações sobre o comportamento dos volumes dos solos foram abertas três trincheiras e varias sondagens entre uma trincheira e outra. Cada sondagem tinha dois metros de profundidade e as amostras era recolhidas a cada 20cm ou quando houvesse alteração, em seguida todas as amostras recolhidas foram submetidas as análises granulométrica para a determinação da argila, essa informação foram essencial para a elaboração da topolitossequência.

Resultados e discussões

Descrição da topolitossequência

Ao analisar a topolitossequência (Figura 2) observa-se que os volumes do solo da TR-1 está sobre materiais oriundos da Formação Caiuá. O primeiro volume identificado é o Ap, situado no topo da TR-1, com 29cm de espessura; apresenta com cor marrom-claro, classificada como 2.5YR 4/6; textura franco-arenosa; estrutura fraca, pequena, granular passando a grão simples, solta e muito friável; ligeiramente plástica e pegajosa. Este volume segue sentido jusante e entre as sondagens 5 e 6, em que há um declive na vertente, começa ocorrer mudança na textura e na estrutura do volume. Na TR-2, o Ap é encontrado com 25cm de espessura, de cor marrom-médio, classificada como 2.5 YR 5/6, franco arenosa, estrutura que se dêsfaz em grão simples, com blocos angulares e subangulares, solta, muito friável e não plástica e não pegajosa. O Ap segue para baixa vertente, sendo que após a sondagem 8, ocorre uma alteração expressiva no volume. Observa-se um aumento no percentual de argila gradativo no sentido à jusante e uma mudança na estrutura, sendo identificado na TR-3 com as seguintes características; espessura de 25cm, com cor marrom-escuro-avermelhada (10R 4/3), textura muito argilosa, estrutura média, granular passando a bloco angulares a subangulares, ligeiramente dura, firme, muito pegajosa e muito plástica.

Logo abaixo do volume Ap da TR-1 de maneira gradual inicia o AB, com 39cm de espessura, de cor marrom-escuro classificado como 2.5 YR 4/4, textura franco arenosa, estrutura fraca a moderada em blocos angulares a subangulares e textura macia, friável, ligeiramente plástica e pegajosa. Este volume já se encontra um pouco mais argiloso, e melhor estruturado em relação ao volume acima. O volume AB segue sentido à jusante com algumas variações na espessura e na estrutura, sendo que entre as sondagens 5 e 6, de forma abrupta ocorre, à transição lateral do volume AB para o E.

Na TR-2, o volume E é identificado com a espessura de 22cm; de cor vermelho-alaranjada, classificada como 2.5 YR 4/8; com textura franco arenosa; estrutura que se desfaz em grão simples, com blocos angulares e subangulares, solta, muito friável e não plástica e não pegajosa a ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. O volume segue por aproximadamente 150m à jusante, e entre as sondagens 8 e 10, de forma gradual, ocorre a transição para o volume Ap, que segue até a baixa vertente. De volta a TR-1, logo abaixo do volume AB, de maneira gradual, inicia o volume Bw. Este com 67cm de espessura; cor marrom-escuro-avermelhada classificada como 2.5 YR 3/6; textura franco-argilo-arenosa; estrutura fraca, pequena a média em blocos angulares e subangulares, textura friável e ligeiramente plástica e pegajosa. Seguindo para a média vertente, e entre as sondagens 5 e 6, ocorre uma mudança na estrutura do volume e de maneira abrupta, se dá a transição lateral do volume Bw para o volume Bt, este um pouco mais argiloso.

O volume Bt é identificado na TR-2 com espessura de 93cm, de cor marrom-avermelhada, classificada como 2.5 YR 4/4. Com textura franco argilo-arenosa; estrutura moderada a forte, com blocos angulares e subangulares; macia e muito friável, ligeiramente pegajosa e plástica. O Bt segue no sentido baixa vertente, por aproximadamente 300m, onde há o contato abrupto lateral com o volume AB, que segue até a baixa vertente. Como já descrito o volume AB foi identificado na alta vertente sobre a formação Caiuá, no entanto, o volume AB é encontrado novamente a partir da sondagem 10, mas agora pertencendo à formação Serra Geral, com característica bem distinta, tanto na estrutura quanto na textura, e há um acréscimo gradual de argila considerável à jusante. Sendo identificado na TR-3 com 24cm de espessura; cor marrom-escuro-avermelhada (10R 4/4); textura muito argilosa; estrutura forte a média, blocos angulares a subangulares, macia, firme, muito pegajosa.

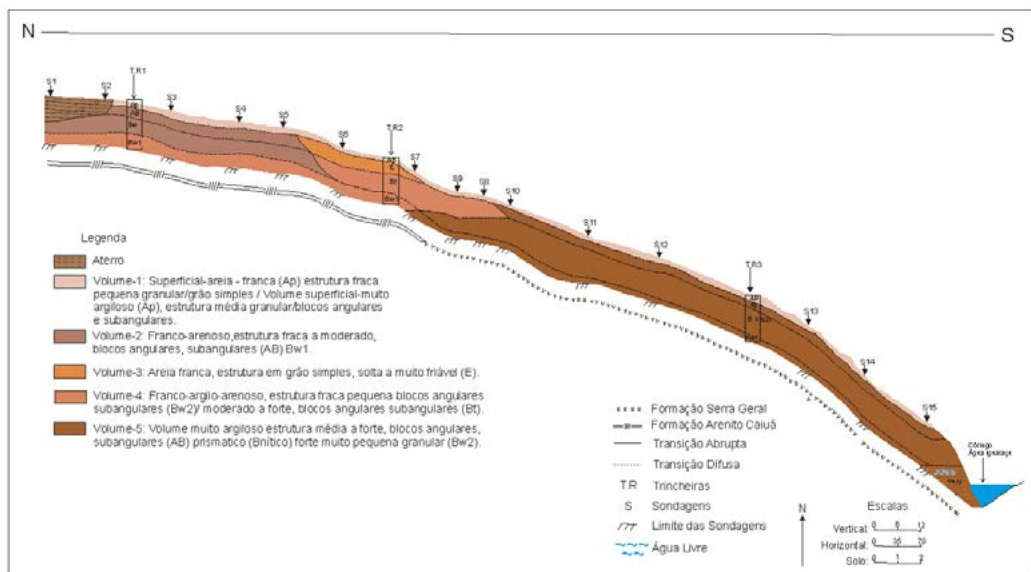
O volume Bt, na média vertente, entre as sondagens 9 e 10, também faz contato verticalmente com o volume B nítico. Mas de maneira gradual, este volume, a partir da sondagem 10, tem um acréscimo de argila e decréscimo de areia no sentido jusante. O B nítico é identificado na TR-3 com 97cm de espessura; cor

marrom-escuro-avermelhada. (10R 4/6); textura muito argilosa; estrutura forte a média, em blocos angulares a subangulares, passando a prismática; ligeiramente dura, firme, muito pegajosa e muito plástica; com cerosidade forte e transição entre os volumes subsequentes plana e difusa.

No topo da vertente na TR-1 logo abaixo do volume Bw, inicia de maneira gradual o Bw1, este volume é identificado em toda a vertente. No entanto, o volume encontrado na alta vertente até a média vertente é bem distinto do volume encontrado da média a baixa vertente. Na TR-1, o Bw1 é identificado com 65cm de espessura; cor vermelho-escuro, classificada como 2.5 YR 4/6; textura franco-argilo-arenosa; estrutura fraca pequena, com blocos angulares e subangulares, solta muito friável e ligeiramente plástico e pegajosa.

Entre as sondagens 5 e 6, o volume começa apresentar algumas alteração na textura e na estrutura. É caracterizado na TR-2 com 60cm, cor vermelho-médio, classificado como 2.5 YR 4/6; textura franco argilo-arenosa; estrutura fraca a média, com blocos pequenos angulares a subangulares, solta e muito friável, ligeiramente pegajosa a plástica e pegajosa. Após a sondagem 7, o volume apresenta mudanças expressivas na textura e na estrutura, que está relacionado com as diferentes formações. O volume é identificado na TR-3 com textura muito argilosa; 54cm de espessura; cor vermelho-escuro (10R 4/6 a 4/8); estrutura forte a média, blocos angulares a subangulares passando a prismática; ligeiramente dura, firme, muito pegajosa e muito plástica e com serosidade forte.

Figura 2. Topolitossequência da bacia hidrográfica Águas de Iguaçu, Iguaçu-PR



Elaborado por: VILLA, J. F.D.

Percentual de argila

A argila total foi determinada em todos os volumes encontrados nas TR-1, TR-2 e TR-3(Tabela 2), dessa forma foi possível acompanhar o comportamento dos volumes ao longo da vertente e relacionar o grau de estabilidade de agregados com o percentual de argila. Ao verificar os resultados, é possível observar que os volumes da TR-1 possuem pouca argila, resultado este, muito semelhante aos dos volumes da TR-2. O volume encontrado nas duas primeiras trincheiras possui a fração argila muito semelhantes, a única alteração verificada foi que na TR-2, os volumes Bw1 e Bt concentram um pouco mais de argila em relação aos volumes das TR-1 e TR-2. No entanto, a quantidade de argila encontrada nos volumes da TR-3, é totalmente distinta dos demais, havendo uma predominância da fração argila. Estas diferenças nos percentuais de argila interferem nos resultados de estabilidade de agregados sendo que os volumes que dispõem de mais argila também apresenta maior quantidade de agregados grande.

Com base nas pesquisas de Kemper *et al.* (1987); Vicente *et al.* (2012) é possível analisar a relação da origem do solo com a estabilidade dos agregados, os solos derivados da formação Caiuá geralmente possuem pouca argila, e está por sua vez, é um dos principais agentes agregadores do solo, dessa forma estes solos tendem a apresentar agregados pequenos e instáveis. Já os solos derivados da formação Serra Geral tende a ter muita argila e conseqüentemente estes solos possuem agregado grande e estável.

Nesse sentido os resultados de argila total mostraram que as TR-1 e TR-2 possuem volumes com pouca argila ao contrario da TR-3 onde os volumes são ricos em argila. Esta variação do percentual do paramento analisado está relacionada com o material de origens sendo que as duas primeiras trincheiras estão sob a formação Caiuá e a ultima trincheira está sob a formação Serra Geral.

Tabela 2. Granulometria dos volumes estudados

TR-1	Espessura	Argila%	TR-2	Espessura	Argila%	TR-3	Espessura	Argila%
Ap	29	8	Ap	25	8	Ap	25	77
AB	39	12	E	22	12	AB	24	77
Bw	67	17	Bt	93	26	Bnítico	97	76
Bw1	65	22	Bw1	60	31	Bw1	54	78

Estabilidade dos agregados e a relação com a argila

As análises de estabilidade de agregados podem indicar a qualidade física em que os solos se encontram. Os resultados das amostras dos volumes das TR-1, TR-2 e TR-3 estão representados nas figuras 3, 4 e 5. O primeiro volume a ser analisado foi Ap da TR-1. Este obteve o diâmetro médio ponderado (DMP) concentrado nas classes de 0,59 e 250mm. O volume Ap da TR-2, igualmente ao anterior, teve o DMP concentrado nas classes 0,59 e 250mm. Ao relacionar os resultados de estabilidade com a argila, nota-se que não há grandes variações nas frações deste atributo em ambos Ap.

O volume Ap também é identificado na baixa vertente na TR-3, porém o DMP deste volume está bem distribuído nas classes 2, 1, 0,59 e 250mm. No entanto, a maior parte dos agregados está concentrados nas classes 2 e 1mm. O que indica que este volume possui agregados bem estruturados. Ao relacionar o resultado de estabilidade de agregados do Ap da TR-3 com a argila percebe que o percentual de argila deste volume é 69% superior aos dos demais Ap. Dessa forma, a quantidade de argila é um fator que colaborou para que o volume disponha de agregados maiores. O próximo volume analisado foi o AB, da TR-1 abaixo da AP. Os resultados de estabilidade de agregados mostraram que o volume concentra a maior parte dos agregados na classe 0,59mm e 250mm. De modo geral, o resultado de estabilidade de agregados foi semelhante ao do volume acima. Sendo que o volume AB disponibiliza apenas 3, 85% a mais de argila, quando comparado com o volume AP.

O volume AB faz contato do lateral na alta-média vertente com o volume E, identificado na TR-2. Os resultados de estabilidade de agregados mostraram que o DMP deste volume (E) igualmente as demais desta trincheira se concentra nas classes pequenas, sendo que frações argila dos volumes AB e E é idêntica em ambos os volumes. E ao comparar os parâmetros analisados do volume E com Ap, mantém há pouca variação na argila e na estabilidade dos agregados. O volume E faz contato vertical na média vertente com o volume Bt, sendo este encontrado na TR-2. Diferentemente do volume E, o Bt concentra o DMP dos agregados na classe de 2mm. Ao comparar os parâmetros do volume Bt com E, percebe que ocorre uma grande variação no percentual de argila. O volume Bt disponibiliza 14% a mais de argila quando comparado com volume E. Sendo assim, o maior percentual de argila contribuiu para que o houvesse maior percentual de agregados grande no Bt do que no volume E.

O volume Bt faz contato horizontal na média-baixa vertente com o volume AB, sendo identificado na TR-3, com características bem distintas ao AB encontrado

na TR-1. O volume AB encontrado na TR-3, concentra o DMP dos agregados nas classes 2 e 1mm, que correspondem a 66,26% do total dos agregados, sendo que quando comparado com os agregados disponível nesta mesma classe no AB da TR-1 correspondem apenas 27.47% do total de agregados. Desta forma é possível afirmar que a argila influencia diretamente nos resultados. Sendo que o AB da TR-3 possui 65% a mais de argila que o AB da TR-1. Dessa forma pode se afirmar que este atributo foi um dos principais agentes que contribuiu para que o volume AB da TR-3 apresentasse agregados maiores do que o volume AB da TR-1.

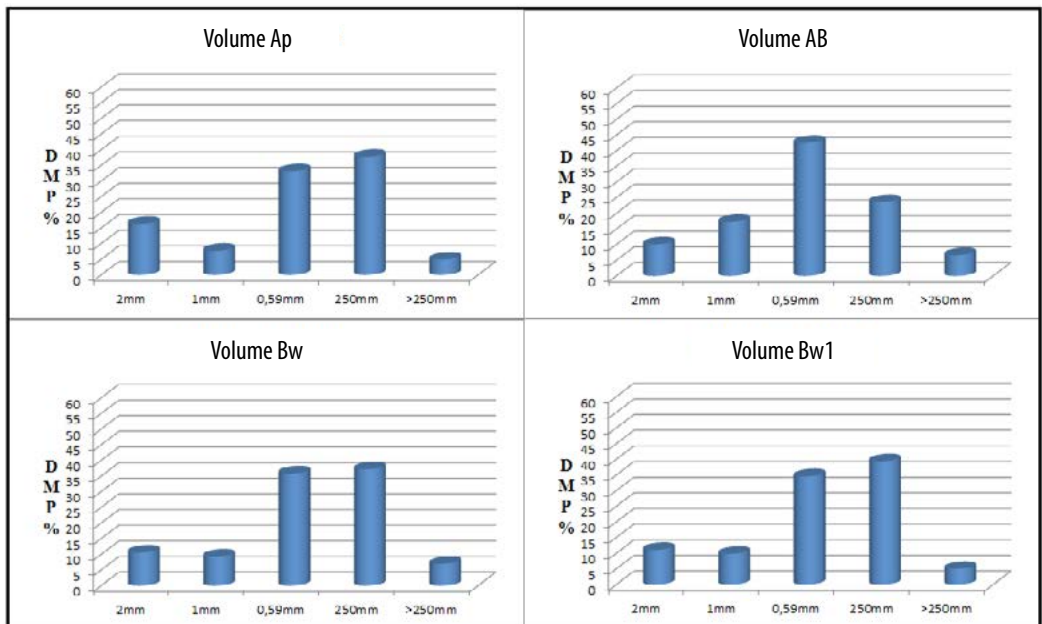
Abaixo do volume AB da TR-1 está localizado o volume Bw, e este concentra a maior parte dos agregados nas classes 0,59 e 250mm. O resultado é semelhante ao do volume acima, e a pouca variação da fração argila. O volume Bw, também faz contato com o Bt, (TR-2) ao relacionar o resultado de ambos, percebe-se que o DMP do volume Bt é maior. E os resultados de percentuais de argila são bem distintos. A fração argila do volume Bt é 9% superior ao do Bw. Este fato pode ser uma das causas do volume Bt apresentar maior quantidade de agregados grande em relação ao Bw. O volume Bt faz contado vertical na média-baixa vertente com o B nítico.

Na TR-3, logo abaixo do AB, é identificado o volume B nítico, os resultados de estabilidade de agregados mostram que a maior parte dos agregados estão nas classes 2 e 1mm, correspondendo a 75.96% do total de agregados. Ao comparar o DMP do B nítico com o volume AB da TR-3, é possível perceber que o volume B nítico disponibiliza de maior quantidade de agregados grandes. Sendo que o mesmo também tem 2% a mais de argila, este fato pode ter sido a causa do B nítico ter um pouco mais agregado grande do que o volume AB. O último volume analisado foi o Bw1 identificado em toda a vertente. Inicialmente foram determinados o DMP do Bw1 identificados na TR-1. Igualmente os demais volumes encontrado nesta trincheira, os agregados se concentraram nas classes 0,59 e 250mm e com pouca concentração de argila. Ao comparar os resultados de estabilidade com o percentual de argila do Bw1 com o volume acima (volume Bw), observa-se que ocorreu apenas uma variação de 5% a mais de argila no volume Bw1.

Em relação ao Bw1 encontrado na TR-2, os resultados do DMP foram bem distintos em comparação ao da TR-1. O Bw1 da TR-2, teve maior quantidade de agregados concentrados na classe de 2mm correspondendo 37,12% dos agregados, sendo que o Bw1 da TR-1 na mesma classe teve apenas 11% do total de agregados. A argila pode ser um dos fatores que contribuiu para que o Bw1 da TR-2 tenha agregados maiores que o Bw1 da TR-1. O Bw1 da TR-2 possui 9% a mais de argila. Por último foi avaliado a estabilidade dos agregados do volume Bw1 da TR-3. Igualmente a todos os volumes desta trincheira, o Bw1 concentrou

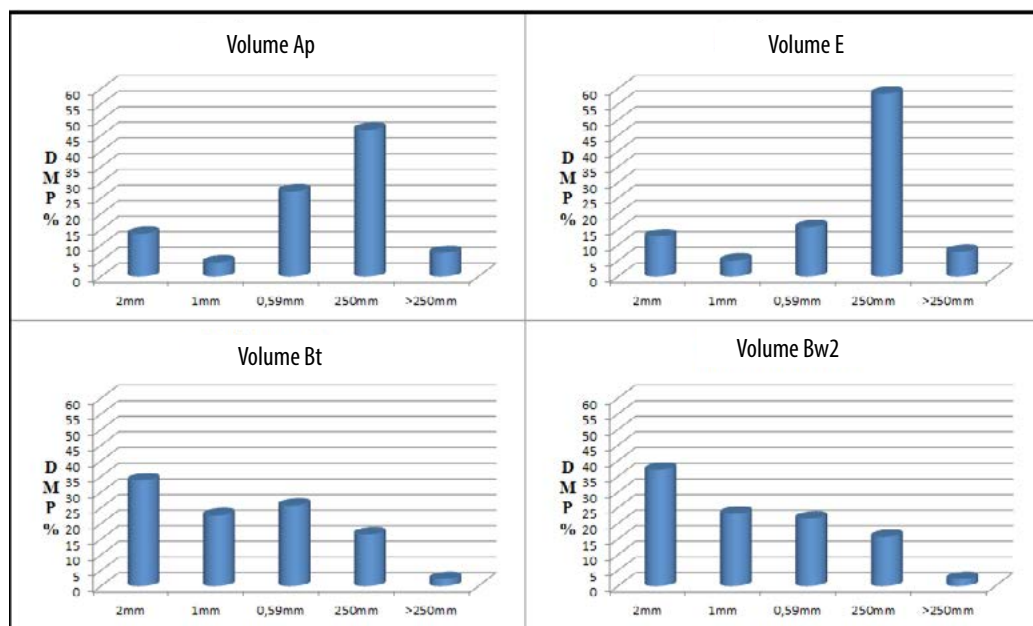
os agregados nas classes 2 e 1mm. Assim, é possível comparar os resultados do DMP do Bw1 da TR-3 como Bw1 da TR-2. O Bw1 da TR-3 teve um total de 75,88% de agregados nas classes 2 e 1mm e o Bw1 da TR-2 nestas mesmas classes teve um total de 60,29% de agregado, ou seja o volume Bw1 da TR-2 tem mais agregados pequenos. As análises granulométricas mostrou que o volume Bw1 da TR-3 está com 47% a mais de argila, comparado com o Bw1 da TR-2. Sendo assim, a argila é um dos fatores contribuintes para que o Bw1 da TR-3 tenha agregado com maior DMP que o Bw1 da TR-2. Também se faz necessário comparar os resultados da estabilidade dos agregados do volume Bw1 da TR-3 com o B nitico, também localizado na TR-3 acima do Bw1. Ao comparar os resultados de estabilidade de ambos os volumes, percebe-se que não há grandes diferenças. Na relação do total de agregados das classes 2 e 1mm, o Bw1 tem um total de 75,88% e o B nitico tem um total de 75,96%. A semelhança dos resultados se repete quando se compara com o percentual de argila onde a uma variação de 2%. Ao analisar os resultados nota-se que de um modo geral os volumes que concentra maior quantidade de argila também apresenta agregados maiores, e a variação do percentual de argila interfere diretamente na distribuição das classes de agregados.

Figura 3. Resultado das Análises de Estabilidade de Agregados da TR-1



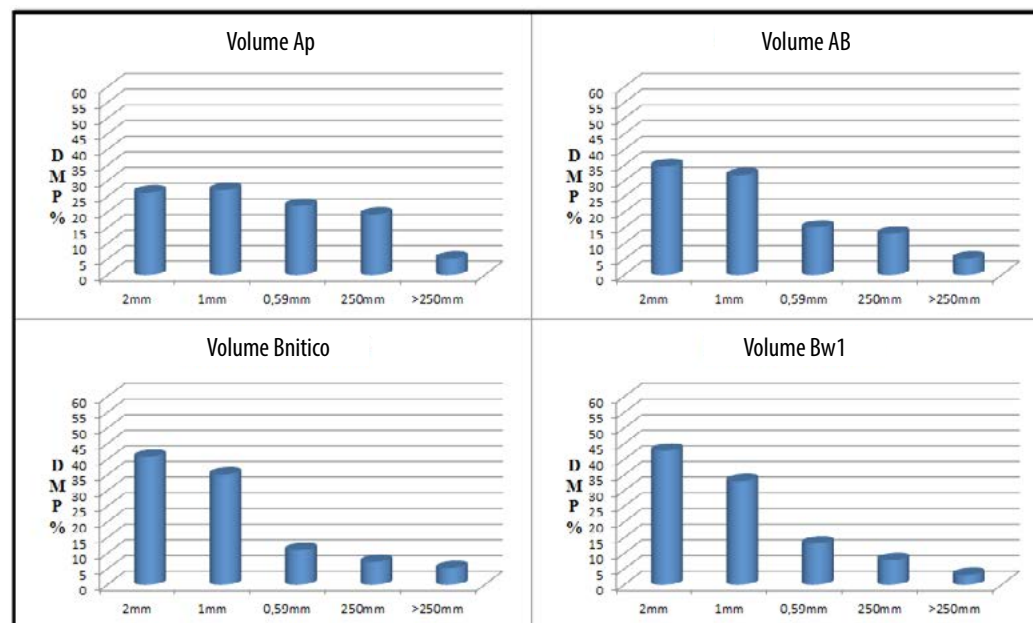
Elaborado por: VILLA, J. F.D.

Figura 4. Resultado das Análises de Estabilidade de Agregados da TR-2



Elaborado por: VILLA, J. F.D.

Figura 5. Resultado das Análises de Estabilidade de Agregados da TR-1



Elaborado por: VILLA, J. F.D.

Conclusões

Os resultados deste estudo mostraram que a vertente elencada para esta pesquisa, tem como características volumes de solos de diferentes origens, sendo na alta vertente volumes derivados da alteração da formação Caiuá, enquanto na média a baixa vertente, volumes oriundos da alteração de rochas vulcânicas da formação Serra Geral. Ambos os volumes, no entanto, estão submetidos às mesmas condições climáticas e os mesmos processos de manejo. O uso do solo é idêntico em toda a vertente, sendo cultivo intercalando de milho e soja.

Os dados de granulometria evidenciaram que os volumes dos solos derivados da Formação Serra Geral são mais argilosos do que aquele derivado da Formação Caiuá. E mostrou que a argila atua diretamente na estabilidade dos agregados sendo que nos volumes mais argilosos também concentra agregados maiores. E a variação no percentual de argila faz com que também haja variação no tamanho dos agregados. Ao relacionar os resultados de estabilidade dos agregados com percentual de argila total, percebe-se, que os volumes dos solos derivados da formação Serra Geral estão mais estáveis e melhor estruturados.

A elaboração da toplotossequência possibilitou visualizar o comportamento dos volumes dos solos ao longo da vertente, tornando possível identificá-los, bem como conhecer suas propriedades morfológicas. Além disso, o método de análise estrutural da cobertura pedológica proporcionou observar onde se localiza a área de contato entre os volumes dos solos de origens distintas e, por fim, esta metodologia facilitou a interpretação dos dados, uma vez que permite verificar o tipo de solos e o material de origem.

Referencias

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico cultivado e sob mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 28, n. 13, 2004, p. 337-345.

BASTOS, R.S.; SÁ MENDONÇA, E.; ALVAREZ V., V.H. & CORRÊA, M.M. Formação e estabilização de agregados do solo decorrentes da adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, 2005, p.11-20.

BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: *XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993, p.79-90.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro. CNPS, 1997, 212p.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. Viçosa: *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 2010, p. 1-27.

FERREIRA, M.M; FERNANDES, B; CURI, N. Mineração da fração argila e estrutura de Latossolo da região Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, n. 14, 1990, 514p.

HEINRICH, R. *Aula de estrutura do Solo*. Universidade Estadual Paulista. Dracena, SP, 2010. Disponível em: <http://www.dracena.unesp.br/arquivos/solos_pdf> Acesso em: 10.06.2015.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E.; 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 Ciência do Solo*, n.5, 2011, p. 2191-2198.

HILLEL, D. Introduction to soil physics. New York, *Academic Press*, 1982, 364p.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Iguarçu, Infográficos: Histórico*, 2010. Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lan41100search%7Ciguaracu>>. Acesso em: 17/03/2015.

KEMPER, W. D.; Rosenau, R. C.; Dexter, A. R. Cohesion development in disrupted soils as affected by clay and organic matter content and temperature. *Soil Science Society of America Journal*, v.51, 1987, p. 860-867.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Sinze distribution of aggregates. In: Black, C.A (Ed). *Methods of Soil Analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965, p. 499-510.

LLANILLO, R. F.; RICHAT, A.; FILHO, J. T.; GUIMARÃES, M. F.; FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedade físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. *UEL*, v.27, n. 2, 2006, p. 205-220.

PORTAL ONLINE DE IGUARÇU, Prefeitura municipal. *Historia do município*. Disponível em: <<http://www.iguaracu.pr.gov.br/portal/index.php>>. Acesso em: 18/11/2015.

QUEIROZ NETO, F.P. Análise estrutural da cobertura pedológica: Uma experiência de ensino e pesquisa. *Revista do Departamento de Geografia USP*. São Paulo, SP, v.15, n. 4, 2002, 14p.

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, A. P.C.; FERNANDES, K. L.; HERMÓGENES, V. T. L. Alterações na estabilidade de agregados de latossolo e argissolo em função do manejo na esntrelinha da seringueira. *Revista Ávore*, vol. 38, n. 6, 2014, p. 1-6.

RUELLAN, A. Pedologia e Desenvolvimento: A ciência do dolo a serviço do desenvolvimento. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 21, 1988, Campinas. *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Campinas: SBCS, 1988. p. 69-74.

SALTON, J. C.; SILVA, W. M.; TOMAAZI, M.; HERMANI, C.F. Determinação da agregação do solo – Metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico. *EMBRAPA*, Dourados MS, 2012.

SILVA, P. C.; BORGES, E. N.; PAULA, L. M. A. Avaliação da agregação de uma latossolo cultivado com café, submetido a diferentes sistema de manejo. *VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/ Regional Conferende on Geomorphology*. Goiânia, 2006, p. 1-8.

SOPRANO, E. *Estabilidade de agregados e dispersão de argila em função da calagem*. 106 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Poto Alegre, 2002.

SOUZA, V.; GASPARETTO, N. V. L.; SOUZA. M. L. Estudo comparativo da propriedade erodibilidade em Latossolos na região de Maringá- PR. *Anais: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. São Paulo: Departamento de Geografia/USP, 2004, p. 5-16. CD-ROM.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and Water-Stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, Baltimore, v 33, 1982, p. 141-163.

VICENTE, T.S; PEDROSA, E. M. R; ROLIM, M. M; OLIVEIRA, V.S; OLIVEIRA, A.K; SOUZA, A. M. P.L. Relações de atributo do solo e estabilidade de agregados em canaviais com e sem vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, n.11, vol. 16, 2012, p. 1215-1222.