

# Avaliação Expedita do Potencial Dispersivo de Perfil de Solo Pertencente a Planície Interna Costeira Sul do Rio Grande do Sul

Régis Pinheiro Maria

Doutorando, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria/RS, Brasil, [regis.pinheiro@furg.br](mailto:regis.pinheiro@furg.br)

Cezar Augusto Burkert Bastos

Professor Dr., Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande/RS, Brasil, [cezarbastos@furg.br](mailto:cezarbastos@furg.br)

Rinaldo José Barbosa Pinheiro

Professor Dr., Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria/RS, Brasil, [rinaldo@ufsm.br](mailto:rinaldo@ufsm.br)

Leonardo de Castro Rodrigues

Graduando, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande/RS, Brasil, [regis.pinheiro@furg.br](mailto:regis.pinheiro@furg.br)

**RESUMO:** A porção sul do Rio Grande do Sul, compreendida pela Planície Costeira Interna, é caracterizada pela ocorrência de solos com argilas dispersivas, materiais estruturalmente instáveis à ação da água, que podem se desagregar ou erodir facilmente. Nesta região são registrados diversos processos erosivos associados à dispersão de solos, envolvendo obras de engenharia e áreas de empréstimo inativas. Bastos (2004) ao avaliar o potencial dispersivo da fração fina destes solos, concluiu que são na maioria potencialmente dispersivos e que a dispersibilidade reduz com a evolução pedogenética do horizonte estudado. Logo, é justificada a exigência de uma investigação específica desta propriedade quando da utilização destes solos. Neste trabalho buscou-se identificar o platô de ocorrência de processos erosivos associados a esse perfil de solo, de modo a identificar os horizontes constituintes, avaliando visualmente a susceptibilidade a erosão, e em laboratório a partir da coleta de amostras indeformadas a partir do ensaio *crumb test*, regido pelas normas ASTM D6572/2012 e ABNT NBR 13601/2020. Com relação a dispersibilidade, os horizontes A e AB apresentaram comportamento não dispersivo, já os horizontes B e C apresentaram comportamento dispersivo de graus 3 e 4 respectivamente. Os resultados obtidos em laboratório corroboram com as observações de campo, em taludes expostos, onde os processos erosivos associados à dispersão da fração fina se mostram nitidamente mais acentuados nos horizontes B e C.

**PALAVRAS-CHAVE:** Solos dispersivos, *Crumb test*, erosão.

**ABSTRACT:** The southern portion of Rio Grande do Sul, comprised by the Inner Coastal Plain, is characterized by the occurrence of soils with dispersive clays, materials structurally unstable to the action of water, which can easily disaggregate or erode. In this region, several erosive processes associated with soil dispersion are recorded, involving engineering works and inactive loan areas. Bastos (2004), when evaluating the dispersive potential of the fine fraction of these soils, concluded that they are mostly potentially dispersive and that dispersibility reduces with the pedogenetic evolution of the studied horizon. Therefore, the requirement for a specific investigation of this property in the use of that land is justified. In this work, we sought to identify the plateau of occurrence of erosive processes associated with this soil profile, in order to identify the constituent horizons, visually evaluating the susceptibility to erosion, and in the laboratory from the collection of undisturbed samples from the *crumb test*, governed by ASTM D6572/2012 and ABNT NBR 13601/2020 standards. Regarding dispersibility, horizons A and AB showed non-dispersive behavior, while horizons B and C showed dispersive behavior of degrees 3 and 4, respectively. The results obtained in the laboratory corroborate the field observations, on exposed slopes, where the erosive processes associated with the dispersion of the fine fraction are clearly more accentuated in the B and C horizons.

**KEYWORDS:** Dispersive soils, *Crumb test*, erosion.

## 1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de solos dispersivos abrange um grande número de regiões ao entorno do globo, isto por que, com relação à gênese, estes em geral se enquadram desde como solos residuais até como solos sedimentares. Os primeiros, decorrente do intemperismo de rochas de origem as quais possuíam uma grande quantidade de sódio. Já os segundos, como resultado da deposição de sedimentos marinhos, fontes comuns de sódio, ou pela ação do mar sobre depósitos existentes. Além destas possibilidades, é capaz ainda, de um solo vir a se tornar dispersivo em decorrência de precipitações que, por ventura, venham possuir uma maior quantidade de sódio dissolvido e, desta forma, difundir ao solo este elemento (TURKOZ, 2014).

Solos dispersivos são estruturalmente instáveis à água e podem se desintegrar ou erodir facilmente. Com isso, para o emprego destes em obras de engenharia ou quando as obras interferem em terrenos desta natureza, é de grande importância o conhecimento de suas propriedades bem como a utilização de técnicas adequadas, uma vez que sem estas precauções podem ocorrer sérios problemas de engenharia, com o colapso das obras e/ou grandes danos ambientais, como erosões e assoreamentos associados.

Dentre as problemáticas envolvendo esse tipo de solo, encontram-se, por exemplo a alta susceptibilidade a processos erosivos internos (*piping*) e externos, seja pelo fato de existir água pura e calma em sua proximidade ou devido ao impacto de gotas de chuva contra o próprio solo ou ainda um escoamento mais severo de água durante chuvas de maior intensidade (MÜLLER, 2001). Dessa forma, solos dispersivos estão sujeitos a criação de ravinas, voçorocas, taludes com geometria prejudicada, degraus e túneis. Cabe salientar a ação deste solo em outras áreas de abrangência como a agricultura e tratamento de águas, onde solos dispersivos com alta salinidade podem tornar o solo infértil ou no caso de tratamento de águas, acabar onerando o processo, devido à alta turbidez associada a dispersibilidade. (MIGUEL, 2020)

Na porção sul do estado, região compreendida pela Planície Costeira Sul verifica-se, na sua porção interna, a existência de um terraço aluvionar com ocorrência de solos dispersivos. Estes solos foram classificados pedologicamente como, Planossolo Háptico Eutrófico Solódico (IBGE, 1986), hoje relacionados a Planossolo Háptico (SX4) e Gleissolo Melânico (GM1), segundo o sistema de classificação vigente (EMBRAPA, 2006; XAVIER, 2017). Bastos (2004) ao avaliar o potencial dispersivo da fração fina destes solos, concluiu que são na maioria potencialmente dispersivos e que a dispersibilidade reduz com a evolução pedogenética do horizonte estudado. A Figura 1 apresenta alguns processos erosivos em curso na borda de transição do terraço aluvionar para os banhados fluviais.



Figura 1. Processos erosivos em curso, oriundos de escavação no local.

Diante disso, é de grande relevância uma investigação preliminar e expedita da ocorrência de argilas dispersivas frente a implementação de obras de engenharia, uma vez que são solos potencialmente erosivos e

de difícil regeneração, o que por sua vez, podem dificultar ou impedir a implementação de determinado empreendimento neste patamar de ocorrência.

## 2 METODOLOGIA

A realização desta investigação contou com duas fases: a de campo e a de laboratório. Na etapa de campo buscou-se identificar e delimitar o platô de ocorrência do perfil pedogenético estudado, com isso foi possível definir os pontos de coleta tomando por base os processos erosivos já instalados no local ou nas proximidades. Foram coletadas 3 amostras indeformadas, de cada horizonte do perfil pedogenético, adentrando-se cerca de 50 cm da parte exposta, de modo a obter amostras preservadas sem a ação de agentes intempéricos, preservando as características e propriedades de cada material. Cada ponto foi devidamente identificado a partir das coordenadas geográficas bem como de registros fotográficos dos processos erosivos já instalados no local, conforme a Figura 2. De modo a manter o teor de umidade natural, as amostras foram envoltas em cinco camadas de filme plástico e posteriormente acondicionadas em recipientes térmicos, em laboratório foram mantidas em câmara úmida até o momento da realização dos ensaios.



Figura 2. Limpeza e preparação do perfil (a e b) e coleta das amostras indeformadas (c).

Na etapa de laboratório, a determinação expedita do potencial dispersivo de cada horizonte, foi realizada partir do ensaio *crumb test*, regido pelas normas ASTM D6572/2012 e ABNT NBR 13601/2020. Inicialmente foram moldadas três esferas com diâmetro entre 6 e 10mm, após as mesmas foram submersas, individualmente, em frasco do tipo Becker, contendo 150ml de água destilada, por 1h. Findado o período observou-se a reação da água parada em contato com cada uma das esferas.

A classificação do grau de dispersão é relativo a turbidez da água, onde:

- Grau 1 – não dispersivo – Não há reação, o torrão pode fraturar ou desmoronar, mas sem haver turbidez devido aos coloides suspensos na água. A sedimentação das partículas é determinada logo na primeira hora de ensaio.
- Grau 2 – levemente dispersivo – Pequena reação com leve turbidez devido a uma suspensão coloidal quase imperceptível ao redor da superfície do torrão.
- Grau 3 – moderadamente dispersivo – Reação moderada com uma nuvem de suspensão coloidal nitidamente visível ao redor do torrão.
- Grau 4 – altamente dispersivo – Reação forte com uma densa nuvem de suspensão coloidal.

De modo a considerar as variações de umidade em campo, os ensaios foram realizados em duas condições de umidade: no teor natural, conforme coletado no interior do perfil, e pós secagem ao ar por um período de 72h, no teor e umidade higroscópica. Tais condicionantes buscam avaliar o potencial dispersivo de

cada horizonte frente as variações intempéricas ocorridas em campo, principalmente quando o perfil pedogenético encontra-se exposto. Na Figura 3 são apresentadas as três esferas preparadas para o ensaio *crumb test*, na condição de umidade natural, o material pertence ao horizonte B. Na sequência têm-se o comportamento do material quando em contato com água destilada.



Figura 3. Preparação das amostras para o ensaio *crumb test* (a); amostra após 10 minutos de submersão em água destilada (b) e pós 1h de ensaio (c).

### 3 RESULTADOS

O grau de dispersão de cada um dos horizontes pedogenéticos estudados é apresentado na Tabela 1, onde foram consideradas as duas condições de umidade (natural e secagem prévia de 72h) bem como avaliada a suspensão coloidal após transcorridos 10 minutos de ensaio e ao final de 1 hora.

Tabela 1. Resultados do grau de dispersão obtidos no ensaio *crumb test*.

Condição do solo	Tempo de ensaio	Horizonte			
		A	AB	B	C
Umidade natural	10 minutos	1 / 1 / 2	1 / 2 / 2	3 / 2 / 3	4 / 2 / 4
	1 hora	1 / 1 / 1	2 / 1 / 2	3 / 3 / 3	4 / 3 / 4
Secagem 72h	10 minutos	1 / 1 / 1	1 / 1 / 2	4 / 2 / 4	4 / 4 / 3
	1 hora	1 / 1 / 1	1 / 1 / 2	4 / 2 / 4	4 / 4 / 3

O horizonte A apresentou grau médio de dispersão 1, em ambas as condições de umidade bem como durante o ensaio, com isso foi classificado com comportamento não dispersivo. Já o horizonte AB variou o grau de dispersão entre 1 e 2, sendo classificado como pouco dispersivo, como trata-se de um perfil pouco desenvolvido, os horizontes apresentam uma relevante variabilidade em sua composição física, o que acaba por justificar a variabilidade nos graus de dispersão.

Com relação ao horizonte B, as amostras na condição de umidade natural apresentam grau de dispersão 3, já as amostras secas apresentaram valores mais próximos do grau 4, indicando levemente uma maior suscetibilidade a dispersão e por consequência a erosão. No horizonte C o teor de umidade não apresentou grande relevância no comportamento dispersivo, observou-se pequena variação entre as amostras de mesma condição, por se tratar de um horizonte mais arenoso, residual e jovem.

De modo geral, o teor de umidade não apresentou grande influência na classificação do grau de dispersibilidade obtido a partir do ensaio *crumb test*, pois as pequenas variações observadas possivelmente ocorrem em função da composição mineralógica de cada horizonte. Quanto a suspensão coloidal, apenas o horizonte B apresentou variação significativa no grau de dispersibilidade após os 10 minutos de ensaio,

passando de um caracter moderadamente dispersivo para altamente dispersivo, justificando a análise da suspensão ao longo do ensaio.

Os resultados obtidos através do ensaio *crumb test*, corroboram com as observações feitas em campo, principalmente em taludes expostos, onde os processos erosivos associados a dispersão da fração fina se mostram nitidamente mais acentuados nos horizontes B e C. O horizonte B apresenta-se como uma argila de moderado a alto grau de dispersibilidade, onde em campo se observou poças com grande quantidade de coloides em suspensão. O horizonte C apresentou alto grau de dispersibilidade e por consequência uma grande propensão a processos erosivos superficiais e internos, conforme apresentado na Figura 4.



Figura 4. Coloides em suspensão no horizonte B (a); horizonte C com processo de erosão laminar (b) e erosão interna (c).

#### 4 CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho apresentou uma avaliação expedita do potencial dispersivo de um perfil de solo localizado na área urbana da cidade de Pelotas/RS, para tal utilizou-se de ensaio *crumb test*, associado a observações locais de modo a relacionar os resultados obtidos em laboratório com o comportamento em campo. O conhecimento do potencial dispersivo é de grade relevância, uma vez que segundo Camapum de Carvalho et al (2015) quando há indiciativo de dispersão, provavelmente trata-se de um solo facilmente erodível, sendo o inverso não necessariamente verdadeiros, ou seja, um solo erodível pode ser classificado como não dispersivo, relação observada em campo, tendo em vista as feições erosivas identificadas ao longo da investigação. Bastos (2004) ao avaliar o potencial dispersivo da fração fina destes solos, concluiu que são na maioria potencialmente dispersivos e que a dispersibilidade reduz com a evolução pedogenética do horizonte estudado.

A maior parte dos processos erosivos identificados encontram-se nos bordos do terraço, tendo em vista a declividade acentuada do relevo. Esse perfil de solo apresenta boa estabilidade a erosão quando preservada a cobertura vegetal, a partir do momento em que ocorre a retirada da mesma inicia-se um processo erosivo gradativo, com a formação de pequenas ravinas, evoluindo para processos internos e até mesmo voçorocas.

Na região existem diversos processos retro erosivos ativos, oriundos da extração do horizonte B para uso como matéria-prima na fabricação de artefatos cerâmicos para a indústria da construção civil (telhas e blocos), além de áreas de empréstimos empregadas na construção da barragem de abastecimento de água da cidade. Nestes locais a remoção dos horizontes superficiais promoveu a exposição do horizonte C, como se trata de um solo residual jovem, pobre em matéria orgânica e com concentração de sódio, a autorregeneração da vegetação acaba não ocorrendo, propiciando grandes áreas degradadas.

Outro fator importante é a implantação de obras de engenharia, uma vez que os processos erosivos podem prejudicar ou até mesmo danificar as obras de infraestrutura, tendo em vista o carregamento de sedimentos a partir do escoamento laminar, obstruindo tubos e caixas de passagem da drenagem pluvial ou até mesmo processos erosivos internos, capazes de romper tubulações e provocar desprendimento e instabilidade em taludes de corte.

O referido trabalho trata-se do início de um estudo que busca compreender melhor o fenômeno da dispersibilidade em argilas em terraços aluvio-lagunares da Planície Costeira, tendo em vista a carência de estudos locais relacionados a temática. Somente com esse maior entendimento, técnicas mais efetivas de mitigação dos processos erosivos e de assoreamento associados poderão ter efeito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM International (2012). ASTM D6572: *Standard Test Methods for Determining Dispersive Characteristics of Clayey Soils by the Crumb Test*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020). NBR 13601. *Solo - Avaliação Da Dispersibilidade de Solos Argilosos Pelo Ensaio Do Torrão (Crumb Test)*. Rio de Janeiro.
- Bastos, C. A. B. (2004) Estudos recentes conduzidos na FURG sobre solos alternativos para pavimentação econômica e obras de terra na Planície Costeira Sul. *Teoria e Prática na Engenharia Civil*, n.4.
- Camapum de Carvalho, J. et al. (2015) Solos não saturados no contexto geológico. Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. São Paulo, 759 p.
- EMBRAPA. (2006) Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Editora EMBRAPA-SPI, 2. ed., Rio de Janeiro, RJ, 306 p.
- IBGE. (1986) Folha SH 22 - Porto Alegre e parte das Folhas SH 21 - Uruguaiana e SI 22 - Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro.
- Miguel, G. D.; Festugato, L. (2020) Uso de resíduos e subprodutos na estabilização sustentável de um solo dispersivo e sulfatado. *Holos Environment*, n.21, p.23-46.
- Müller, V. (2001) *Solos dispersos e problemas de erosão em obras de engenharia na planície costeira do estado do Rio Grande do Sul*. Dissertação Mestrado em Ciências, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas / UFPel.
- Turkoz, M.; savas, H.; acaz, A.; tosun, H. (2014) The effect of magnesium chloride solution on the engineering properties of clay soil with expansive and dispersive characteristics. *Applied Clay Science*, v.101, p.1-9.
- Xavier, S. C. *Mapeamento geotécnico aplicado ao planejamento do uso e ocupação do solo da cidade de Pelotas: estudo voltado à expansão urbana*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul / UFRGS.