

PROCESSOS EROSIVOS ASSOCIADOS A ARGILAS DISPERSIVAS NA PLANÍCIE INTERNA COSTEIRA SUL DO RIO GRANDE DO SUL

Régis Pinheiro Maria ¹; Cezar Augusto Burkert Bastos ²; Rinaldo José Barbosa Pinheiro ³, Lisiane Moreira Ramis⁴

Resumo – Este trabalho analisa os processos erosivos relacionados a solos dispersivos na Planície Costeira Interna Sul do Rio Grande do Sul, com foco em áreas urbanas do município de Pelotas/RS. Os solos estudados, principalmente classificados como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico (SX3), com substrato terraços aluvio-coluvionares, apresentam como característica marcante o elevado teor de sódio como cátion trocável, baixa floculação e presença de argilas dispersivas, o que os torna altamente suscetíveis à erosão. Foram realizadas análises com base no ambiente geológico e pedológico e observações de campo em cinco pontos com diferentes manifestações erosivas, todas associadas a ações antrópicas como terraplanagem, retirada de cobertura vegetal e uso de áreas de empréstimo. Foram observados diversos tipos de erosão, como laminar, ravinas, voçorocas e erosão interna (*piping*). O perfil pedológico típico apresenta: horizonte A rico em matéria orgânica; o horizonte B com maior concentração de silte e argila dispersa; e o horizonte C, mais arenoso e com estrutura instável. O estudo destaca a urgência de medidas preventivas ou mitigadoras quando obras de engenharia envolverem tais solos, como controle de drenagem, recomposição vegetal e uso de coberturas protetoras, ou mesmo técnicas de melhoria e estabilização de solos. Embora algumas intervenções tenham sido feitas, a baixa fertilidade e alta salinidade dos solos dificultam a regeneração vegetal natural. Conclui-se que o manejo inadequado de solos dispersivos representa um risco ambiental relevante, exigindo ações planejadas e contínuas para a recuperação e conservação dessas áreas.

Abstract – This study analyzes erosion processes related to dispersive soils in the Internal Coastal Plain of southern Rio Grande do Sul, focusing on urban areas in the municipality of Pelotas/RS. The soils examined, primarily classified as Planossolo Háplico Eutrófico Solódico (SX3), exhibit characteristics such as high sodium content, low flocculation, and a significant presence of dispersive clay, making them highly susceptible to erosion. Geological, pedological, and field observations were carried out at five sites showing different types of erosion, all linked to anthropic activities such as earthmoving, vegetation removal, and use of borrow areas. Various forms of erosion were identified, including sheet erosion, rill and gully formation, and internal erosion. The local soil profiles present three main horizons: horizon A, rich in organic matter; horizon B, with a high concentration of silt and dispersive clay; and horizon C, more sandy and unstable. Disturbances in these horizons intensify erosive processes and compromise soil stability. The study emphasizes the need for mitigation measures, such as drainage control, revegetation, and protective soil covers. Although some interventions have been applied, factors such as low fertility and high salinity hinder natural vegetation recovery. It is concluded that improper management of dispersive soils poses a significant environmental risk, requiring continuous and planned actions for the restoration and conservation of these areas.

Palavras-Chave – Solos dispersivos, erosão hídrica, degradação ambiental.

¹ Eng. Civil, MSc, Universidade Federal de Santa Maria/RS, (53) 32935335, regis.pm@hotmail.com

² Prof., Dr., Universidade Federal do Rio Grande/RS, (53) 32336759, cezarbastos@furg.br

³ Prof., Dr., Universidade Federal de Santa Maria/RS, (55) 3220-6148, rinaldo@ufsm.br

⁴ Acad. Eng.Civil Empresarial -. Universidade Federal do Rio Grande – FURG, (53) 32935335, lisianeramis@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A dispersão dos solos é um fenômeno relevante na Geotecnia e na conservação ambiental, pois impacta diretamente a estabilidade estrutural e a integridade dos solos, com ocorrências em diversas regiões do mundo. Solos dispersivos possuem uma estrutura vulnerável à ação da água, o que resulta em fácil desagregação e transporte de partículas em suspensão na água de percolação. Essa vulnerabilidade estrutural está associada à presença de íons de sódio trocáveis e a fatores como mineralogia, pH e sais dissolvidos na água intersticial (Santos et al., 1997; Alves, 2019). Essa situação é agravada onde os solos são expostos por intervenções antrópicas e/ou sob condições ambientais adversas, tornando essencial seu estudo em contextos específicos.

Os processos erosivos relacionados à dispersão apresentam uma diversidade de formas e impactos. A erosão laminar, por exemplo, remove uniformemente a camada superficial do solo, enquanto a formação de sulcos, ravinas e voçorocas, onde há concentração do fluxo de água, representa estágios mais avançados da degradação do terreno. Além disso, a erosão interna, frequentemente observada em solos dispersivos saturados, resulta em *piping* e outras formas de instabilidade estrutural (Barreto, 2007). Essas formas de erosão não apenas reduzem a produtividade agrícola do solo, mas também comprometem a funcionalidade e a durabilidade de obras de engenharia (Müller, 2001; Miguel, 2020).

No sul do estado do Rio Grande do Sul, particularmente na Planície Costeira Interna, a ocorrência de solos dispersivos é um desafio reconhecido. Estudos pedológicos indicam que esses solos, encontrados em perfis classificados como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico e Gleissolo Melânico (EMBRAPA, 2006), possuem elevado potencial dispersivo, com propriedades que variam conforme os processos pedogenéticos atuantes.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) constitui-se na mais ampla planície costeira do país, possuindo uma área de aproximada de 33.000 km² e alcançando em alguns setores, larguras superiores a 100 km, possibilitando preservar o registro geológico e geomorfológico do Cenozóico e, em especial, do Quaternário (Tomazelli & Villwock, 2000). Durante o Quaternário, a PCRS desenvolveu um amplo leque de sistemas aluviais, situados em sua parte mais interna, próximo das áreas-fonte e do acréscimo lateral de quatro sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira (Villwock et al., 1986; Villwock & Tomazelli, 1995).

Cada barreira se instalou, provavelmente, nos máximos transgressivos alcançados durante os últimos maiores ciclos glácio-eustáticos do Quaternário. As diversas gerações de barreiras foram responsáveis pela gênese dos grandes corpos lagunares que caracterizam de forma muito singular a paisagem desta região costeira, dentre os quais se destacam a Laguna dos Patos, a Lagoa Mirim e a Lagoa Mangueira (Tomazelli & Villwock, 2000).

A configuração atual da PCRS é resultado da atuação de vários processos construtivos e destrutivos, que nela operam em diferentes escalas de grandeza, temporal e espacial. As feições mais modernas da região representam os últimos capítulos de uma longa história evolutiva e se encontram superpostas a feições de escala maior. Dentre estas se destacam as feições controladas basicamente por processos tectônicos e que definem o arcabouço geológico-geomorfológico regional.

A área de estudo situa-se no perímetro urbano da cidade de Pelotas, situada na chamada Zona Sul do estado do Rio Grande do Sul. O município pode ser dividido em duas grandes regiões geomorfológicas: a noroeste, a área dobrada corresponde ao relevo tectônico do Escudo Sul-Riograndense, apresenta forma de bordas de escudo e depósitos coluviais ou de planalto cristalino dissecado, com fraturas, com ou sem desnivelamento; a sudeste, a área de planície e baixadas planas que constituem um relevo sobreposto da PCRS, com altitude média de 7 metros, em relação ao nível do mar, apresentando duas unidades de relevo distintas, os terraços e as

várzeas. Os primeiros correspondem às áreas de cotas altimétricas mais elevadas, e os últimos as áreas mais baixas, constituídas de aluviões mal drenados.

O Planalto (Escudo) Sul-Riograndense apresenta duas unidades: Granito Dom Feliciano (gdf) e Granito Pinheiro Machado (gpm). Na Planície Continental e Costeira Interna são mapeadas duas unidades referentes ao Sistema de Leques Aluviais (dca e dla) e sete unidades associadas ao Sistema Laguna-Barreira (da, dpb2, dlb3, de, pe4, dpfl, dpt) (Xavier, 2017).

A área de estudo se mostra presente em terraço da unidade depósitos de leques aluviais (dla), a qual ocupa quase 50% da área urbana da cidade de Pelotas. Sua formação se deu a partir dos depósitos sedimentares originários, principalmente do segundo evento transgressivo regressivo pleistocênico, que corresponde ao primeiro estágio na evolução do Complexo de Barreiras Múltiplas (Villwock & Tomazelli, 1995). Seus sedimentos são compostos, principalmente por areias finas, siltico-argilosas, pobremente selecionadas e de coloração creme, laminação plano-paralela incipiente, com concreções carbonáticas e ferro-manganíferas (Xavier, 2010). Os depósitos de leques aluviais, que representam a área de estudo, apresentam-se totalmente retrabalhados em ambiente marinho e lagunar.

A caracterização dos solos da região foi organizada por Xavier (2017), através da construção de um mapa pedológico a partir do refinamento cartográfico dos mapas elaborados por Cunha & Silveira (1996), com a interpretação conjunta das características geomorfológicas, geológicas e pedológicas dos solos. A região de estudo é definida como unidade generalizada Planossolo Háplico (SX3). Os Planossolos Háplicos são solos hidromórficos, com horizonte B textural, apresentando mudança textural abrupta entre o horizonte superficial e subsequente. O horizonte eluvial é de textura mais arenosa, com transição brusca para o horizonte B mais argiloso, o qual tem feições associadas ao excesso de umidade (cor cinzenta e mosqueados). Os planossolos originam-se por processos de eluviação-iluviação (translocação de argilas) e gleização (redução de óxido de ferro) e possuem sequência típica de horizontes A, E, Bt, Cg. Devido ao alto grau de argila dispersa, o horizonte B apresenta elevado grau de adensamento, baixa permeabilidade e estrutura com aspecto maciço (Xavier, 2017).

A Figura 1 ilustra os mapas pedológico e geológico apresentados em Xavier (2017).

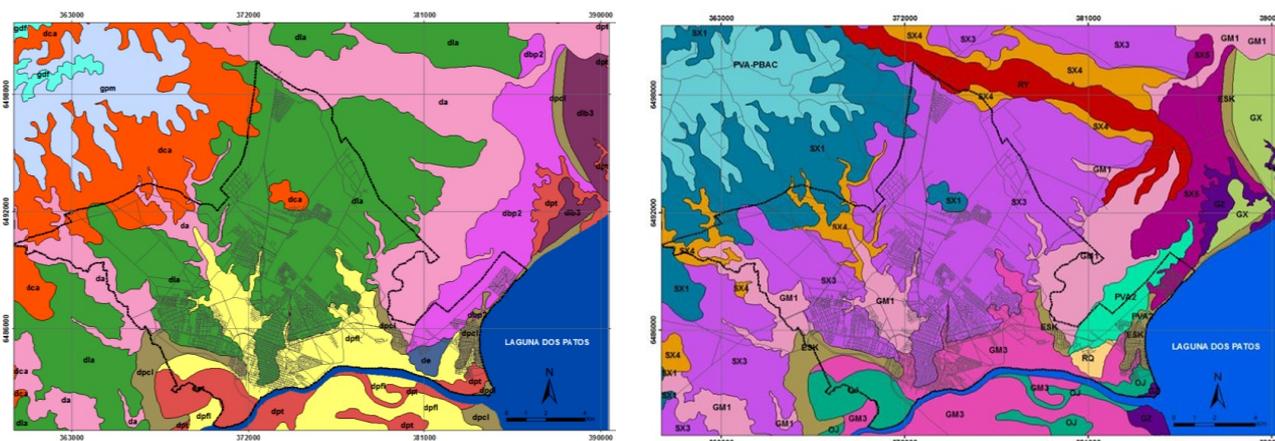


Figura 1. Mapas Geológico e Pedológico da área de estudo.

Fonte: Xavier (2017).

3. PANORAMA DA EROSÃO NA REGIÃO DE ESTUDO

Dentre os estudos realizados sobre áreas degradadas na Planície Costeira Interna Sul do Rio Grande do Sul, destacam-se três ocorrências representativas dos principais tipos e locais de incidência de processos erosivos na região de Pelotas. A Figura 2 apresenta a localização dessas áreas, que têm sido objeto de investigação ao longo dos últimos anos. Os solos encontrados nesses locais são classificados, do ponto de vista pedológico, como pertencentes à unidade SX3 – Planossolos Háplicos, tendo como substrato depósitos de leques aluviais (Xavier, 2017).

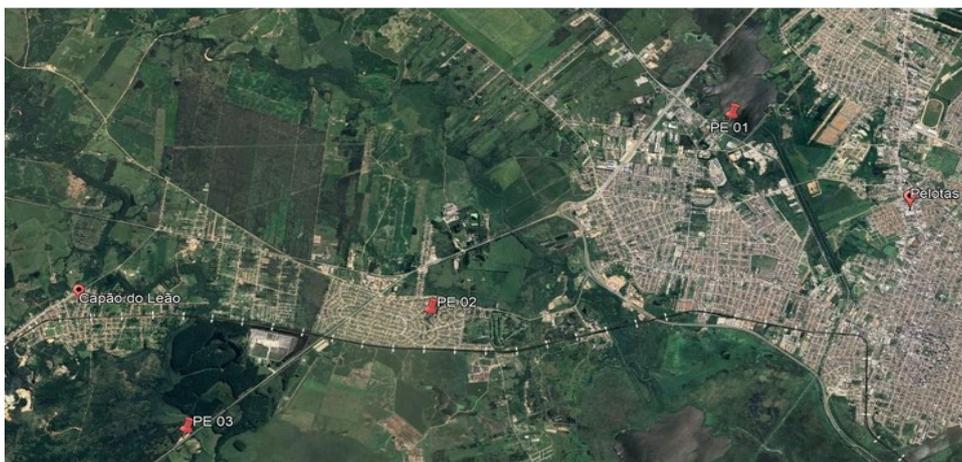


Figura 2. PE 01 – Área de empréstimo da Barragem Santa Bárbara; PE 02 - Bairro Jardim América (Sangão); PE 03 – Horto Florestal UFPel / Rodovia Pelotas-Jaguarão (BR116).

Fonte: Google Maps (2025).

3.1. PE 01 - Área degradada de empréstimo da Barragem Santa Bárbara

A barragem Santa Bárbara, datada de 1968, foi construída aproveitando a topografia da planície baixa fluvial do arroio Santa Bárbara, com o material de empréstimo sendo retirado da planície alta adjacente. O processo erosivo e consequente degradação ambiental presentes no local foram objeto de alguns estudos, entre eles Müller (2001), Arduin (2018) e Bicca et al. (2019). O local apresenta um ambiente degradado por erosão devido a duas causas: exposição do solo em decorrência da retirada da cobertura vegetal e do material superficial do solo (para ser empregado na construção da barragem); e em virtude da pronunciada dispersividade em diferentes horizontes e camadas de solos. A dispersão da fração argila acelera a erosão, expondo ainda mais o perfil de solo e dificultando a regeneração natural da vegetação.

A Figura 3 apresenta o passivo ambiental fruto da utilização do local como área de empréstimo para a obra da barragem, pelo desmatamento e pela extração irregular de areia.



(a)



(b)

Figura 3. Área de empréstimo utilizada na construção da Barragem Santa Bárbara.

Fonte: (a) Muller (2001); (b) Autores.

Conforme Müller (2001), o solo na área de empréstimo utilizado na construção do talude de jusante da barragem foi classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico (conforme sistema classificatório vigente à época), com horizonte B plânico coincidente com horizonte glei, situação típica dos planossolos da planície alta. É um solo com pH médio a alto e baixo grau de floculação. O perfil apresenta elevados teores de sódio, principalmente a partir do horizonte B, com possível caráter sódico no horizonte C, encontrado a partir de 60 cm de profundidade. Arduin (2018) comenta que, embora mais comuns em regiões áridas e semiáridas,

os solos solódicos e sódicos também podem se desenvolver em regiões úmidas, devido à interferência da água do mar na formação das litologias existentes, aliada a um manejo ambiental inadequado (desmatamento, decapeamento, etc.). Esta situação caracteriza os sedimentos e a gênese dos solos locais. O autor verificou que nas áreas de empréstimo da Barragem Santa Bárbara, foram detectados processos erosivos internos nas camadas inferiores mais arenosas, levando ao solapamento das camadas superiores.

A Figura 4 apresenta o talude da Barragem Santa Bárbara (a), construído com o solo dispersivo da referida área de empréstimo, onde se verifica indicativo de processo erosivo interno (b). Ao longo dos anos o mesmo é monitorado e medidas de prevenção são empregadas, como a colocação de camada de material argiloso, com aproximadamente 50 cm de espessura, de modo a auxiliar na estanqueidade do talude, bem como promover a recomposição vegetal (c).

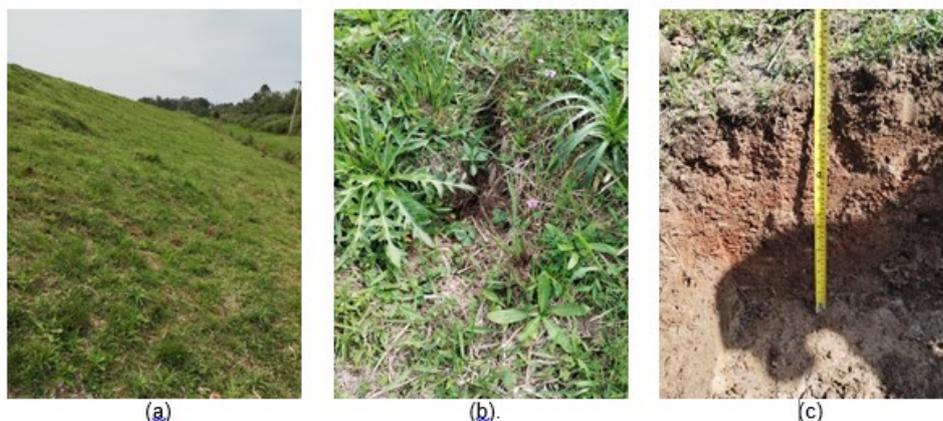


Figura 4. Talude da Barragem Santa Bárbara. (a) vista geral do talude, (b) indicativo de processo incipiente de erosão interna no talude e (c) manutenção com colocação de nova camada de solo de empréstimo

Fonte: Autores.

3.2. PE 02 - Área degradada do bairro Jardim América (Sangão)

O local de estudo é junto a um pequeno curso de água natural, localizado no município do Capão do Leão/RS, onde durante algumas décadas se observa um processo de erosão hídrica consequente de uma ação antrópica. A degradação se manifesta através da perda de solo e de vegetação. Cabe salientar que o processo erosivo ocorre em área urbana e provocou a divisão do bairro em dois polos. O fato dificulta a locomoção dos moradores formando pequenas "ilhas" com residências isoladas. Os autores destacam a precariedade do local e a desassistência dos serviços públicos de coleta de resíduos, promovendo o descarte destes no referido córrego.

De acordo com Müller (2001), a área de estudo está localizada na planície alta, correspondendo ao Sistema Lagunar II da Planície Costeira, constituída predominantemente por uma alternância de camadas siltico-argilosas e arenosas. Essas camadas apresentam pequenos e grandes ravinamentos, e até mesmo voçorocas. Na Figura 5 é possível verificar o processo de degradação no ano de 2003, bem como detalhes do solo dispersivo no perfil.

Os dados das análises físicas e a observação da morfologia do solo no local confirmam a ocorrência de um Planossolo Hidromórfico, solo típico da planície não inundável (planície alta), onde tem-se a unidade de mapeamento de solos Pelotas, cuja classe dominante é o Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico (Embrapa, 1973 apud Streck et al., 2002). Análises sedimentométricas mostraram que o horizonte superficial A apresentou um grau de flocculação superior ao horizonte B e às camadas C1 e C2. Esse baixo grau de flocculação do horizonte B e das camadas inferiores do solo foi relacionado, por Müller (2001), à elevação dos teores de sódio em profundidade, caracterizando este tipo de solo como dispersivo. Esse alto grau de dispersão das argilas faz com que o horizonte C seja facilmente desestruturado e altamente susceptível a processos de erosão hídrica interna do tipo "piping", com desenvolvimento crescente a partir do solapamento nas paredes dos barrancos.



Figura 5. Processos erosivos no local PE-02 e detalhes do perfil de solo.

Fonte: Medeiros et al. (2007).

3.3. PE 03 - Área degradada do Horto Florestal UFPel (BR116 Rodovia Pelotas - Jaguarão)

O processo erosivo do Horto Florestal da UFPel também foi estudado por Müller (2001), onde o mesmo descreve a área de ocorrência como uma transição da planície alta para a baixa, indicando uma declividade condicionante para avanço do processo erosivo (Figura 6). A classificação do solo bem como a avaliação de suas propriedades se deu por intermédio da amostragem em dois perfis, o primeiro localizado na planície baixa e o segundo na planície alta.



Figura 6. Processos erosivos junto a área do Horto Florestal da UFPel.

Fonte: Medeiros et al. (2007).

Destaca-se o perfil correspondente à planície alta foi classificado como Planossolo Háplico Eutrófico solódico, sem coincidência com o horizonte B plânico, apresentando teores de silte e argila na superfície mais elevados do que o perfil anterior (textura franca) e baixo grau de flocculação ao longo de todo o perfil, principalmente no horizonte de transição BC, com teores de sódio mais elevados nos horizontes B e BC, o que o caracterizou como solódico.

Os horizontes coletados em ambos os perfis foram submetidos a ensaios tradicionais para determinação do potencial dispersivo, onde após uma análise combinada verificou-se que os solos apresentam dispersibilidade que varia de nula a moderada, enquanto as camadas de substrato variaram de moderada a extrema. Müller (2001) salienta ainda que esta indicação vai de encontro à observação empírica em campo, onde se percebe que o problema da erosão é mais acentuado nos materiais de substrato, o que não foi indicado de forma totalmente confiável por nenhum ensaio em laboratório.

4. RECONHECIMENTO GEOLÓGICO E PEDOLÓGICO

Conforme os autores já retratados nesse artigo, o local de estudo está situado na unidade geológica denominada depósitos de leques aluviais, a qual integra aproximadamente 50% da área urbana da cidade de Pelotas. São depósitos sedimentares originários do segundo evento transgressivo-regressivo pleistocênico, correspondendo ao primeiro estágio na evolução do Complexo de Barreiras Múltiplas, cujos sedimentos são compostos principalmente por areias finas, siltico-argilosas, pobremente selecionadas e de coloração creme, laminação plano-paralela incipiente, com concreções carbonáticas e ferro manganíferas. Os depósitos de leques aluviais, na área de estudo, apresentam-se retrabalhados em ambiente marinho e lagunar justificando o sódio presente junto aos minerais de argila.

Com relação ao reconhecimento pedológico, seguindo o trabalho de Xavier (2017), as classes de solos foram organizadas de acordo com o substrato geológico dos terrenos, de modo a uma interpretação conjunta das características geomorfológicas, geológicas e pedológicas dos solos. A região de estudo se insere na unidade generalizada Planossolo Háplico (SX3) substrato depósitos de leques aluviais, formada por solos hidromórficos, com horizonte B textural, apresentando mudança textural abrupta entre o horizonte superficial e subsequente. Devido ao alto grau de argila dispersa, o horizonte B apresenta elevado grau de adensamento, baixa permeabilidade e estrutura com aspecto maciço.

De posse destas informações foram realizados trabalhos de campo, buscando identificar e delimitar o terraço aluvionar com ocorrência de Planossolos Háplicos, e caracterizar locais com manifestações erosivas associadas à dispersão de argilas. Observou-se também que estes processos erosivos eram mais recorrentes em locais próximos ao bordo do terraço, na transição deste para a área de várzea (planície baixa). A Figura 7 apresenta alguns pontos visitados com manifestações erosivas em curso, onde em (a) verifica-se um local com escavação entre 2 e 3m de altura, com elevada inclinação e sem proteção mecânica, ocasionando a desagregação do horizonte C. Em (b) observa-se o mesmo local, evidenciando a queda de blocos do horizonte C e os processos erosivos, com formação de sulcos. Nota-se também uma incipiente tentativa de recomposição vegetal natural do local. Já em (c) tem-se a representação de colóides em suspensão, indicativo da ocorrência de argilas dispersivas associadas ao horizonte B.

Outro fato a destacar nas áreas degradadas está relacionado à ocorrência de remoção do horizonte A, estrato responsável pela fixação da vegetação rasteira, visto sua maior fertilidade. Além da benéfica ação mecânica das raízes, a vegetação reduz o impacto das gotas de chuva. Em locais onde foram realizadas ações de terraplanagem ou escavações para obras civis ou ainda retirada de material de jazida, os solos expostos dos horizontes B e C desenvolvem erosões de difícil regeneração da condição natural, dada a dispersão das argilas destes horizontes. Em locais com retirada total também do horizonte B, observou-se processos acelerados de erosão interna no horizonte C.

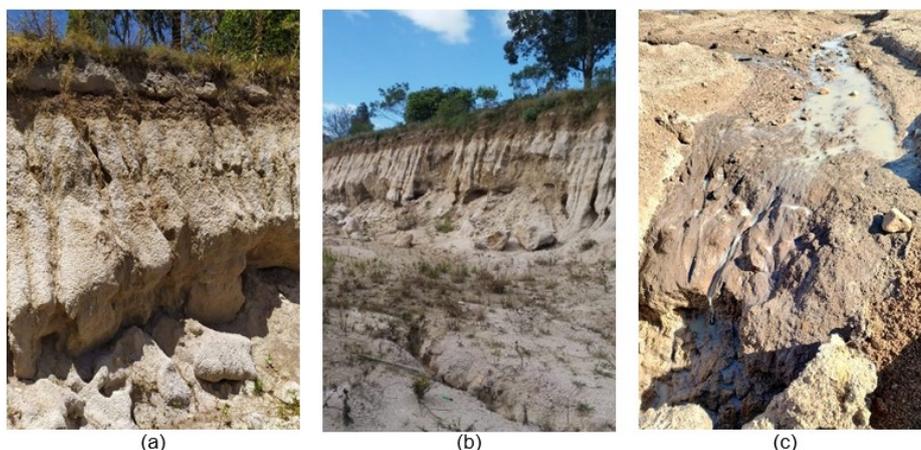


Figura 7. Manifestações erosivas típicas observadas durante a etapa de campo.

Fonte: Autores.

5. RESULTADOS

Dentre os locais visitados foram escolhidos para o estudo cinco pontos com diferentes manifestações erosivas, decorrentes de ações antrópicas recentes e pretéritas. A Figura 8 apresenta uma imagem contendo os pontos de observação (PO) bem como os locais apresentados no panorama da erosão local (PE).



Figura 8. Mapa com a localização dos pontos observados, bem como registro fotográfico das feições erosivas encontradas em cada ponto, partindo da esquerda para a direita e de baixo para cima, PO1 a PO5.

Fonte: Autores.

O primeiro local, apresentado no panorama da erosão na região de estudo (PO1 coincidente com PE1), trata-se da área de empréstimo utilizada na construção da Barragem Santa Bárbara, que mesmo após transcorridos mais de 60 anos da retirada de material do local e com diversas ações para controlar erosões e promover a recomposição vegetal, percebe-se ainda um grande passivo ambiental, com manifestações erosivas e degradação ambiental.

O segundo ponto visitado, PO 2, localiza-se também próximo à Barragem Santa Bárbara, mas no lado oposto do reservatório. Denominado Loteamento dos Correios, trata-se de um empreendimento imobiliário localizado na transição entre as planícies alta e baixa. Como já comentado, são em locais de bordo do terraço como este que a maior parte dos processos erosivos se manifesta, principalmente quando perturbada a estrutura do perfil pedogenético e/ou retirada a cobertura vegetal por ação antrópica. No local foi realizado o processo de terraplanagem, de modo a adequar o terreno natural à implantação do empreendimento. Tal ação resultou em um talude de corte com inclinação bastante elevada, o qual não recebeu proteção ou tratamento contra a erosão, gerando ravinas na face do mesmo, solapamento em blocos do horizonte C, além de sulcos e ravinas que se propagam no terreno, junto ao nível da base dos taludes. Outro problema observado na infraestrutura até então implantada no empreendimento foi

a dano nos equipamentos de drenagem instalados no local. Em virtude dos processos erosivos internos e externos, observou-se a perda de apoio das caixas de drenagem pluvial, além do expressivo carreamento de sedimentos, assoreando o interior das mesmas e as tubulações.

O Bairro Quartier (PO 3) situa-se também no bordo do terraço aluvionar, onde existia uma olaria que outrora extraia a argila local para a produção de elementos cerâmicos utilizados na construção civil (principalmente tijolos). Já em função dessa atividade de mineração de argila, o local apresentava um passivo ambiental. Com vistas a implantação do bairro, foram necessárias adequações planialtimétricas no terreno natural, o que desencadeou uma série de processos erosivos nos novos taludes expostos. São expostos os horizontes B e C, os quais apresentam uma alta susceptibilidade a processos erosivos devido a presença de argilas dispersivas.

O quarto local (PO 4) trata-se de um novo empreendimento imobiliário no município de Pelotas denominado Cidade Alta, no qual, nos dias atuais, estão sendo realizados serviços de drenagem pluvial e regularização planialtimétrica. Durante o trabalho de campo, observou-se processos erosivos tipo ravinamentos, solapamentos de solos junto às valas de drenagem, além da grande deposição de sedimentos nas estruturas de drenagem recém-construídas. Também destaca-se a suspensão coloidal em corpos de água artificiais e em canais de drenagem, forte indicativo de solo com presença de argilas dispersivas.

O último local (PO 5) trata-se de terreno de extração de solo argiloso para a produção de blocos cerâmicos. A mineração envolve escavação de solo em pequena profundidade, uma vez que é explorado apenas o horizonte B não muito espesso, onde tem-se maior concentração de argila. Durante o trabalho de campo foi observada a destacada presença de colóides em suspensão na água, bem como alguns ravinamentos nos taludes de corte onde ocorre a extração da argila. Cabe destacar que, mesmo após a exaustão da jazida, o local não tem recebido tratamento para mitigar os processos erosivos e auxiliar na recomposição da vegetação nativa.

6. CONCLUSÕES

Com o suporte de estudos geológicos, pedológicos e geomorfológicos pretéritos, assim como por observações de campo foram identificados processos erosivos por dispersão de solos em diferentes áreas do município de Pelotas. Esses processos apresentam-se em sua grande maioria em terrenos das bordas de um terraço aluvionar onde se tem a ocorrência de argilas dispersivas em horizontes de solos subsuperficiais. Nesse terraço, o retrabalhamento pelo mar ocorrido em eventos transgressivos pleistocênicos justificam a presença de sódio junto aos minerais de argila presentes. O perfil pedológico local apresenta basicamente três horizontes pedogenéticos: horizonte A com uma maior concentração de matéria orgânica, a qual possibilita o desenvolvimento de vegetação; horizonte B de textura silto-argilosa com concentração de sódio e presença de minerais de argila com caráter dispersivo; e horizonte C, heterogêneo e estratificado, predominantemente arenoso, com alta susceptibilidade a processos de erosão externa e interna. Com isso percebe-se que se trata de um perfil de solo extremamente frágil, que quando se encontra em equilíbrio não apresenta manifestações erosivas, no entanto ao ter sua estrutura perturbada por ação antrópica, desenvolve processos que iniciam com erosão laminar, evoluindo para ravinamentos em um curto período de tempo, além de fenômenos de erosão interna associados. Em resumo, verifica-se uma maior susceptibilidade a erosão nos horizontes B e C, tendo a dispersão de argilas um fator preponderante para a contínua evolução dos processos erosivos internos e externos.

Algumas técnicas de mitigação dos processos erosivos associados a este perfil de solo têm sido estudadas e apresentam relativo sucesso na mitigação dos processos erosivos por dispersão de argilas. No entanto, a recomposição vegetal destas áreas degradadas encontra dificuldade, uma vez que os horizontes subsuperficiais apresentam baixa fertilidade e elevado teor de sódio, limitando as espécies vegetais nativas com aptidão local, situação agravada pela exposição cíclica do solo exposto a ações intempéricas, que promovem lixiviação do solo exposto.

REFERÊNCIAS

- ARDUIN, F. C. *Diagnóstico da dispersibilidade de solos da Planície Costeira Interna do RS e sua implicação na engenharia geotécnica*. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2018.
- ALVES, M. D. M. *Caracterização de solos dispersivos e métodos de estabilização*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2019.
- BARRETO, M. A. Dispersão de argilas: Crumb Test aplicado a solos do Cerrado. *Revista Geociências*, v.26, n.1, p.17-25, 2007.
- BICCA, C. C.; PINHEIRO, R. J. B.; MARQUES, F. A. Erosão interna e controle em barragens de terra construídas com solos dispersivos. In: 16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, *Anais [...] São Paulo/SP*, 2019.
- CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C. *Estudo dos solos do município de Capão do Leão / Noel Gomes da Cunha, Ruy José da C. Silveira*. Pelotas: EMBRAPA/CPACT; Ed. UFPel, 54 p., 1996. (Documentos CPACT; 11/96).
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.
- MEDEIROS, N. O. B.; PINTO, L. F. S.; DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; TERRA, V. S. S. Estudo ambiental de área degradada no bairro Jardim América, Município do Capão do Leão/RS. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, *Anais...* São Paulo/SP, 2007.
- MIGUEL, G. D. *Desempenho e Comportamento Mecânico de um Solo Dispersivo e Sulfatado Tratado com uma Pozolana Artificial-Cal de Carbureto e Reforçado com Fibras de Vidro*. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2020
- MÜLLER, V. *Solos dispersos e problemas de erosão em obras de engenharia na planície costeira do estado do Rio Grande do Sul*. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Solos, Pelotas, RS, 2001.
- SANTOS, L. M. M.; MELO, V. L.; CARVALHO, R. S. Avaliação da dispersibilidade de Cambissolos na região metropolitana de Goiânia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, n.3, p.225-234, 1997..
- STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. *Solos do Rio Grande do Sul*. 3ª Ed. Porto Alegre: EMATER/RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2018.
- TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. O Cenozóico Costeiro do Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M. & DE ROS, L. F. (eds.). *Geologia do Rio Grande do Sul*, p. 372-406, 2000.
- VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J.; LOSS, E. L.; DEHNHARDT, E. A.; HORN, N. O.; BACHI, F. A.; DEHNHARDT, B. A. Geology of the Rio Grande do Sul Province. In: RABASSA, J. (ed.). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. A. A. Balkema, Rotterdam, p. 79-97, 1986.
- VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. *Geologia Costeira do Rio Grande do Sul*. Notas Técnicas. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, UFRGS. Porto Alegre, 8. p. 1-45, 1995.
- XAVIER, S. C. *O mapeamento geotécnico por meio de geoprocessamento como instrumento de auxílio ao planejamento do uso e ocupação do solo em cidades costeiras: estudo de caso para Pelotas (RS)*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Rio Grande, 2010.
- XAVIER, S. C. *Mapeamento geotécnico aplicado ao planejamento do uso e ocupação do solo da cidade de Pelotas: estudo voltado à expansão urbana*. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2017.