



Avaliação de erodibilidade do solo da estrada de acesso à Cascata do Salso, Caçapava do Sul - RS

Haline Dugolin Ceccato

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, Brasil, haline.ceccato@gmail.com

Rafael Matias Feltrin

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Caçapava do Sul, Brasil, agrofeltrin@gmail.com

Andréa Valli Nummer

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, Brasil, a.nummer@gmail.com

Francisco Siqueira Wollamann

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Caçapava do Sul, Wollmann00@hotmail.com

RESUMO: Este trabalho mostra a avaliação e resultados da erodibilidade da estrada de acesso a Cascata do Salso, no município de Caçapava do Sul - RS. O estudo iniciou após a estrada que dá acesso à Cascata do Salso apresentar acessibilidade precária, devido a um intenso processo erosivo. A avaliação da erodibilidade de um solo pode ser feita através de métodos diretos e indiretos. Para avaliação indireta, o presente estudo realizou ensaios de caracterização física, desagregação, ensaios de infiltrabilidade e de perda de massa através da metodologia MCT e, para avaliação direta, aplicou-se ensaios de Inderbitzen. A partir dos resultados obtidos nos ensaios e também nas análises em campo, conclui-se que a estrada sofre um processo erosivo intensificado devido à intervenção antrópica, que alterou o perfil original deste acesso, além da falta de drenagem que acelera esse processo. Além disso, a via está sendo sustentada por veios de pegmatitos, porém, com sinais de intemperismo, com isso não apresenta estabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: erodibilidade, métodos diretos e indiretos, acesso da Cascata do Salso.

1 INTRODUÇÃO

O termo erosão provém do latim “erode” cujo significado é corroer (BASTOS, 1999). De acordo com Camapum de Carvalho et al. (2006), a erosão constitui um processo natural que não pode ser evitado, sendo considerado um agente geológico que provoca modificação das paisagens terrestres, lento e medido através do tempo geológico. A ação antrópica pode intensificar a erosão causada pelos processos hídricos, sendo assim denominada como erosão acelerada (BASTOS, 1999).

Um dos principais problemas relacionados à estradas de terra é, em consequência do processo erosivo, provocada pela água da chuva que cai no leito nas regiões marginais dessas estradas não pavimentadas (GRIEBELER *et al.*, 2009). A erodibilidade do solo é um dos principais fatores condicionantes da erosão, estando intimamente relacionada com suas propriedades geotécnicas. A erodibilidade é o fator que justifica o motivo de alguns solos erodirem mais facilmente que outros, mesmo quando submetidos à ação dos mesmos agentes erosivos.



O município de Caçapava do Sul, localizado na região centro-sul do Estado do Rio Grande do Sul, destaca-se por sua geodiversidade. Segundo o inventário do patrimônio geológico de Caçapava do Sul, dentro dos limites do município foram identificados 46 geossítios (BORBA, et al. 2013). A Cascata do Salso foi caracterizada como um dos geossítios e apresenta uma belíssima queda d'água de mais de 20 metros de altura. O local abriga a antiga Barragem do Salso, que no passado forneceu energia elétrica para o município de Caçapava do Sul, estando situada em área de preservação permanente e localizada a aproximadamente oito quilômetros da sede do município, mas com acessibilidade precária, pois a estrada vem sofrendo um intenso processo erosivo.

Dentro deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo o estudo dos processos erosivos presentes em uma das estradas de terra que dá acesso ao geossítio da Cascata do Salso, e propor uma medida para atenuar a erodibilidade, que traz riscos ambientais e sociais.

2 ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTO GEOLÓGICO

A área de estudo está localizada no Município de Caçapava do Sul – RS, trata-se de uma estrada de terra de acesso à Cascata do Salso, um dos 46 geossítios presentes no município (BORBA, et al. 2013). A mesma está situada em área de preservação permanente e localizada a aproximadamente oito quilômetros da sede do município. Seu acesso é realizado através da estrada da Aviação e posteriormente pela Estrada do Salso. Geograficamente, a área fica situada entre as Coordenadas Geográficas Datum SIRGAS (2000) Long. 53°26'55,58" e Lat. 30°34'10,18" (Figura 1).



Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

O município de Caçapava do Sul - RS está inserido na porção centro-norte no Escudo Sul Rio Grandense (ESRG), e na parte sul na Província Mantiqueira (ALMEIDA, 1977). A área de estudo está inserida no contexto geológico de rochas graníticas do Complexo Granítico Caçapava do Sul.

A base geológica utilizada refere-se ao Mapa Geológico Folha SH.22-Y-A-V, CPRM, na escala de 1:250.000.

As principais características desta área dizem respeito à falta de projeto na construção da estrada, a mesma não apresenta canaletas de drenagem e encontra-se situada na mesma direção topográfica, o que influencia na velocidade de escoamento da água.

3 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida neste trabalho constituiu em ensaios geotécnicos para caracterização física, ensaios para a avaliação indireta (ensaio de desagregação e metodologia MCT) e direta (ensaio de Inderbitzen) da erodibilidade das amostras coletadas.

Para o ensaio de caracterização física foram coletados amostras de solos deformadas dos três horizontes que foram observados ao longo da estrada (Horizonte A, B e C). Porém, para os demais ensaios, foram coletados apenas material do horizonte C, devido a porção da estrada que vem sofrendo um intenso processo erosivo estar situado neste horizonte.



3.1 Ensaios de caracterização física

Ensaios de caracterização física são de extrema importância tanto para a avaliação da erodibilidade quanto para determinação de propriedades que envolvam solos e rochas sedimentares. A caracterização física compreende uma série de ensaios inerentes aos solos que auxiliam na avaliação da erodibilidade.

Para a caracterização física seguiram-se as normas regida pela ABNT NBR 6502/95, 7181/17. Para obter os limites de liquidez e de plasticidade, seguiu as normas ABNT NBR 6459/17 e 7180/16, respectivamente.

Nesta etapa foram coletadas para os ensaios amostras de solos deformadas, dos três horizontes identificados em perfil do talude ao longo da estrada, sendo eles dominados como: Horizonte A, Horizonte B e Horizonte C.

3.2 Ensaio de Desagregação

O ensaio de desagregação trata-se de uma avaliação qualitativa e visual da desagregação de uma amostra de solo indeformada, não confinada, quando submetida à ascensão do nível de água destilada, até estar totalmente submersa, totalizando 24 horas de ensaio (Figura 2). Para este ensaio foi adotada a metodologia proposta por Santos (1997 apud Bastos, 1999).

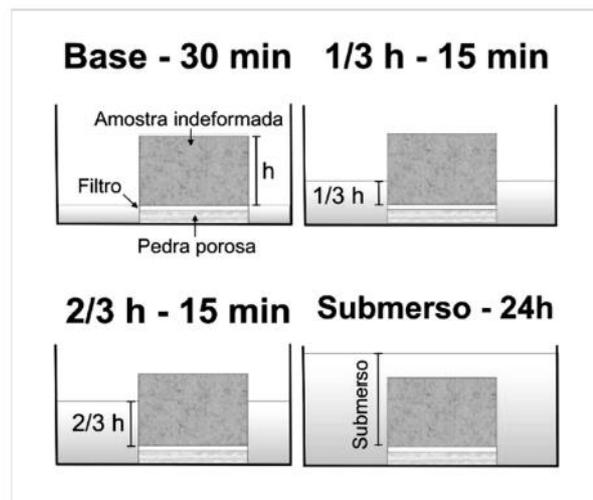


Figura 2. Esquema representando as etapas de desagregação. Fonte: Tatto, 2007.

As amostras de solo indeformadas foram coletadas com anéis cilíndricos de PVC, biselados, com 10 cm de diâmetro e 5 cm de altura. Para este ensaio fez-se o uso de amostras em condição de umidade natural e seca ao ar (por no mínimo 72 horas).

Devido este ensaio ser qualitativo, foi registrado o comportamento de cada amostra por fotografias e a sua descrição em cada etapa, durante as 24 horas do ensaio.

3.3 Metodologia MCT

A metodologia MCT (Miniatura Compactada Tropical) foi desenvolvida por Nogami e Villibor (1979). A avaliação da erodibilidade dos solos através deste método fundamenta-se em dois parâmetros adquiridos dos ensaios de infiltrabilidade (coeficiente de sorção $-s$) e do ensaio de perda de massa por imersão (ensaio de erodibilidade específica – coeficiente pi). Através da divisão entre o coeficiente pi por s , é possível determinar o grau de erodibilidade dos solos. Desta forma, são considerados solos erodíveis quando a relação apresentar um valor superior a 52 (NOGAMI E VILLIBOR, 1979).



3.3.1 Ensaio de perda de massa por imersão modificada (π)

O objetivo deste ensaio foi a avaliação qualitativa do potencial de desagregação de uma amostra indeformada de solo quando submersa em água. Para este ensaio foram utilizadas amostras de solo coletadas do Horizonte C, nas três condições de umidade: natural, seca ao ar (por no mínimo 72 horas) e pré-úmida (24 horas), confinadas em anéis cilíndricos de PVC de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura.

Para a realização do ensaio as amostras foram reduzidas para 2,5 cm de altura, sendo colocado um papel filtro e posteriormente, uma pedra porosa na parte interna do anel, para condicionar apenas uma direção em que pode haver desprendimento de solo.

O ensaio consiste em deixar por 20 horas a amostra na horizontal, sobre um berço metálico submersa em água. Após o término do ensaio, é coletado o solo desprendido e o solo remanescente do anel, levados à estufa e posteriormente, pesados para a determinação do parâmetro “ π ” (%), através da equação 1:

$$\pi (\%) = \frac{P_{seco\ d}}{P_{seco\ t}} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

π = perda de massa;

$P_{seco\ d}$ = peso de solo seco desagregado; e,

$P_{seco\ t}$ = peso de solo seco total da amostra.

3.3.2 Ensaio de infiltrabilidade (s)

Através deste ensaio é possível quantificar a velocidade de ascensão capilar nas amostras de solo. Para a realização deste ensaio foram utilizadas amostras indeformadas do solo do Horizonte C, confinadas em anéis cilíndricos de PVC, com 5 cm de altura e 5 cm de diâmetro, nas três condições de umidade: natural, seca ao ar (mínimo de 72 horas) e pré-umedecidas (24 horas).

Para a realização deste ensaio, a amostra é

colocada sobre um reservatório com topo livre constituído por uma pedra porosa. Neste reservatório fica ligado um tubo capilar de vidro de 6 mm de diâmetro com uma régua graduada.

Para obter os parâmetros de quantidade e velocidade de infiltração as leituras realizadas obedeceram a seguinte escala de tempo: 15”, 30”, 1’, 1’15”, 1’30”, 1’45”, 2’, 4’, 9’, 16’, 25’, 49’, 64’, 81’, 100’, 121’, 144’ e 24 horas. Com os dados referentes ao deslocamento do menisco (cm) e o tempo (min^{1/2}), foi elaborado um gráfico de curva típica onde seu trecho inicial retilíneo fornece o coeficiente de sorção (s) (em cm/min^{1/2}), determinado através da equação 2:

$$s = \frac{(L_f - L_i) \cdot S}{10 \cdot (t_f - t_i) \cdot A} \quad (2)$$

Onde:

s = coeficiente de sorção (cm/min^{1/2});

S = área da seção do tubo capilar (cm);

A = área da seção da amostra (cm²);

L_i = Leitura no tempo inicial – t_i (mm);

L_f = Leitura no tempo final – t_f (mm).

3.4 Ensaio de Inderbitzen

Inderbitzen (1961), idealizou um equipamento que pudesse monitorar o volume da perda dos solos em virtude dos processos erosivos gerados pela ação da água. Desta forma, desenvolveu um equipamento com a função de simular o comportamento de um solo, frente à erosão, quando submetido a um fluxo de água superficial, em condições próximas as encontradas em campo. Além disso, possibilitou a verificação da influência de fatores externos, como declividade de rampa, compactação do solo e, vazão e duração do fluxo de água.

Bastos (1999) adaptou o equipamento por uma rampa hidráulica de 25 cm de largura e 60 cm de comprimento. A simulação de escoamento é realizada sobre esta rampa,



permitindo observar e comparar o processo erosivo em uma estrada de solo (LEMOS e SANTOS, 2007).

Para a realização deste ensaio, fez-se o uso de amostras indeformadas do horizonte C, de modo a preservar as características e estruturas originais do solo. O ensaio foi feito nas três condições de umidades: natural, seca ao ar (mínimo de 72 horas) e pré-umidecida (mínimo de 24 horas).

Foi utilizada a declividade de campo de 12°, para obter uma mesma relação da atual condição da estrada em estudo e, vazões de escoamento de 3 l/min e 6 l/min, simulando escoamentos provocados por precipitações de menor e maior volume num tempo total de ensaio de 20 minutos. O material erodido foi coletado por baldes plásticos de 60 litros, posicionados na extremidade final da rampa para receber o fluxo de água contendo sedimentos. Posteriormente o material foi selecionado através de um conjunto de peneiras (abertura da malha de 4,8 mm; 2,0 mm; 0,42 mm e 0,074 mm), sendo levado a estufa e pesado, obtendo desta forma, o peso seco.

Os resultados obtidos através do ensaio são então, plotados em um gráfico que representa a relação entre a perda de solo acumulado (g/cm^2) e o tempo total de ensaio (minutos). Para condição específica de escoamento de água e inclinação de rampa, determinou-se a tensão hidráulica aplicada no ensaio (th). Além disso, com os resultados de perda de solo por unidade de área da amostra, pelo tempo de ensaio plotados *versus* tensão hidráulica aplicada, foram determinadas a tensão cisalhante hidráulica crítica (th_{crit}) e a taxa de erodibilidade (k).

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Ensaios de caracterização física

Os resultados dos ensaios granulométricos com o uso de defloculante (hexametáfosfato de sódio)

estão apresentados na Tabela 1. A Figura 3 mostra as curvas granulométricas dos materiais avaliados.

Tabela 1. Frações Granulométricas

Horizonte	Frações Granulométricas (%)					
	Pedregulho	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
A	0	20.39	13.07	21.33	17.2	28.02
B	0	29.67	5.9	14.89	14.38	35.15
C	0	31.57	9.71	23.12	23.85	11.74

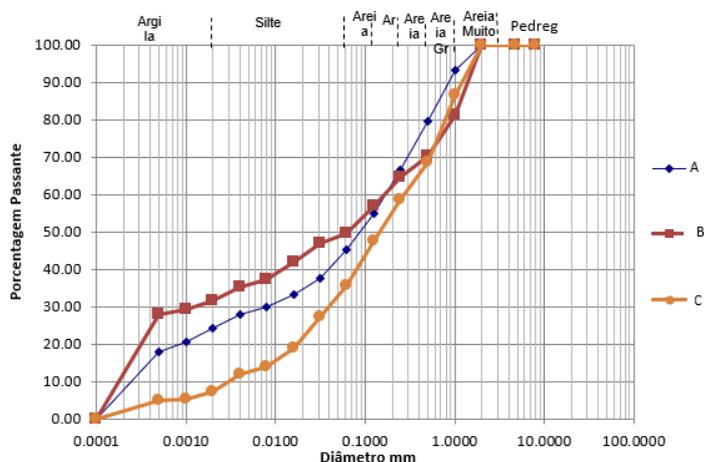


Figura 3. Gráfico de curvas granulométricas dos materiais estudados

Observa-se que o perfil de solo estudado não apresentou partículas do tamanho pedregulho, predominando a fração areia entre 51 e 72%. Ao analisar a porcentagem de areia fina e silte (material mais fácil de ser transportado) nas amostras, vê-se que as porcentagens maiores estão no horizonte C.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios para determinação dos limites de consistência das amostras dos horizontes A, B e C.



Tabela 2. Índices Físicos

Horizonte	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Horizonte A	30	19	11
Horizonte B	49	25	24
Horizonte C	NP	NP	NP

Todas as amostras apresentaram baixa a média plasticidade com um limite de liquidez inferior a 50% e um índice de plasticidade entre 11 e 24%, para os horizontes A e B, respectivamente. O baixo índice de plasticidade pode estar relacionado com a baixa porcentagem de argila. O horizonte C não apresentou índice de plasticidade (NP).

4.2 Ensaio de desagregação

Devido ao solo ser bastante arenoso e com alta capacidade de infiltração, foram necessários poucos minutos para atingir a saturação. O horizonte C apresentou alto poder de desagregação, não resistindo à inundação completa (24 horas) (Figuras 4 e 5).



Figura 4. Comportamento da amostra em condição natural quando submetida à inundação.



Figura 5. Comportamento da amostra em condição seca ao ar quando submetida à inundação.

Desta forma, observa-se que as condições nas quais se encontram as amostras, natural ou seca ao ar, não foram um fator de influência no teste para as amostras, pois em ambas as condições, elas apresentaram uma completa desagregação, formando uma pilha de material desestruturado.

4.3 Metodologia MCT

As tabelas 3, 4 e 5 apresentam os resultados dos ensaios de infiltrabilidade e erodibilidade específica, através do coeficiente de sorção (s) e da perda por imersão (pi), respectivamente.

Tabela 3. Valores do coeficiente de sorção (s) e perda por imersão (pi) para condições de umidade natural da amostra do horizonte C – critério de erodibilidade da metodologia MCT.

Horizonte	Natural (nat)		
	s (cm/min ^{1/2})	pi (%)	pi/s
C	0.033	63.732	1931.27
	0.039	80.195	2056.28
	0.033	83.61	2533.64
Média	0.035	75.8457	2173.73



Tabela 4. Valores do coeficiente de sorção (s) e perda por imersão (pi) para condições de umidade seca ao ar da amostra do horizonte C – critério de erodibilidade da metodologia MCT.

Horizonte	Seca ao ar (sa)		
	s (cm/min ^{1/2})	pi (%)	pi/s
C	0.046	73.513	1598.11
	0.091	76.724	843.121
	0.091	78.154	803.703
Média	0.076	76.1303	1100.02

Tabela 5. Valores do coeficiente de sorção (s) e perda por imersão (pi) para condições de umidade pré-umedecida da amostra do horizonte C – critério de erodibilidade da metodologia MCT.

Horizonte	Pré-umedecida (pu)		
	s (cm/min ^{1/2})	pi (%)	pi/s
C	0.00486	66.998	13785.6
	0.0038	33.48	8810.53
	0.0033	74.004	22425.45
Média	0.00399	58.16067	15007.19

Para as amostras secas ao ar, os coeficientes de sorção (s) e perda de massa por imersão (pi), foram mais elevados quando comparados com as demais condições. De acordo com a metodologia proposto por Nogami e Villibor (1979), para as três condições de umidade a relação pi/s foi extremamente elevada, sendo superior a 52, classificando esse solo como erodível.

As Figuras 6 e 7 apresentam as curvas médias do volume de água infiltrada (cm³/cm²) pela raiz quadrada do tempo e a velocidade de infiltração (cm/s) pelo tempo (s), respectivamente.

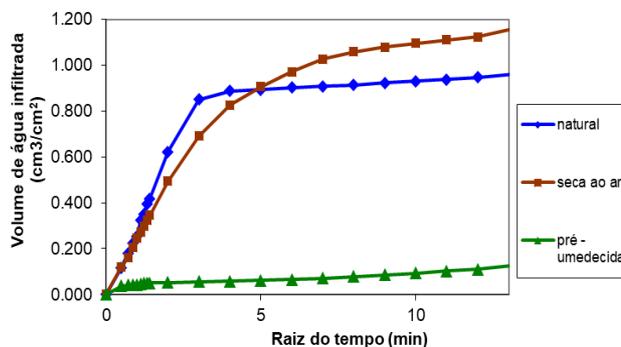


Figura 6. Volume de água infiltrada (cm³/cm²) pela raiz quadrada do tempo (min) para as amostras do horizonte C.

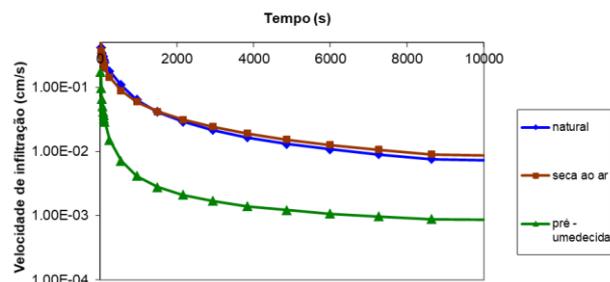


Figura 7. Velocidade de infiltração (cm/s) pelo tempo (s) para as amostras do horizonte C.

4.4 Ensaios de inderbitzen

Para o ensaio de Inderbitzen, optou-se por usar a declividade na qual a estrada da Cascata do Salso está sujeita, igual a 12°. As Figuras 8 e 9 apresentam a relação entre a perda de solo por unidade de área da amostra, pelo tempo de ensaio, para as condições de umidade natural, seca ao ar e pré-umedecida, nas vazões de 3 e 6 l/min.

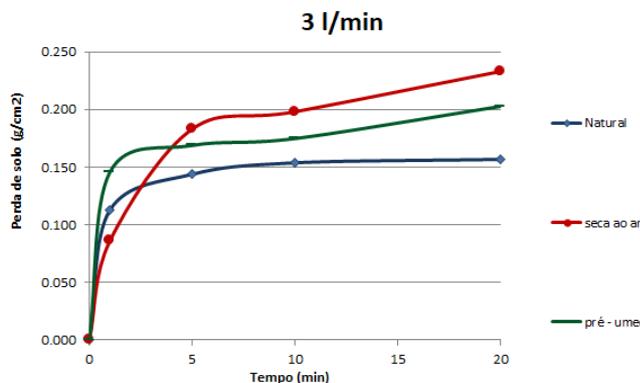


Figura 8. Curva típica obtida do ensaio de Inderbitzen para amostras do horizonte C em diferentes condições de umidade para vazão de 3l/min.

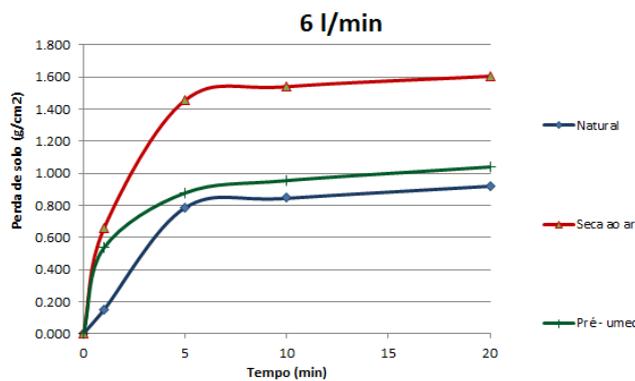


Figura 9. Curva típica obtida do ensaio de Inderbitzen para amostras do horizonte C em diferentes condições de umidade para vazão de 6l/min.

Conforme observado nas Figuras 8 e 9, a condição seca ao ar apresentou maior perda de solo, independente da vazão, seguida pela condição pré-umedecida e por fim, a condição natural.

A Tabela 6 resume os resultados obtidos para o horizonte C para as três condições de umidade inicial das amostras: natural, seca ao ar e pré umedecida.

Tabela 6. Resultados obtidos dos ensaios de Inderbitzen – (Q = vazão e i = inclinação da rampa) e teor de umidade das amostras, e parâmetros τ_{crit} (Pa) e K (10^{-2} g/cm²/min/Pa).

Condição	Q =		Thcrit (Pa)	k (10^{-2} g/cm ² /min/Pa)
	3 l/min	6l/min		
	i = 12°	i=12°		
th (Pa)	1.775	0.067		
nat	0.154	1.789	1.346	191.11
as	0.198	1.542	1.3458	371.17
pu	0.175	0.955	1.3737	215.41

Nota-se que para as três condições de umidade, os valores para o coeficiente de erodibilidade (k) foram extremamente elevados. De acordo com Bastos (1999), os solos mais erodíveis apresentam valores de k na condição natural superior a 0,01 g/cm²/min/Pa e os solos mais resistentes, o fator k é inferior a 0,001 g/cm²/min/Pa. Portanto, segundo a este autor, o horizonte C é classificado como solo erodível.

A Figura 10 apresenta os valores da taxa de erodibilidade (k) obtidos no ensaios de Inderbitzen para as três condições de umidade: seca ao ar, natural e pré-umedecida.

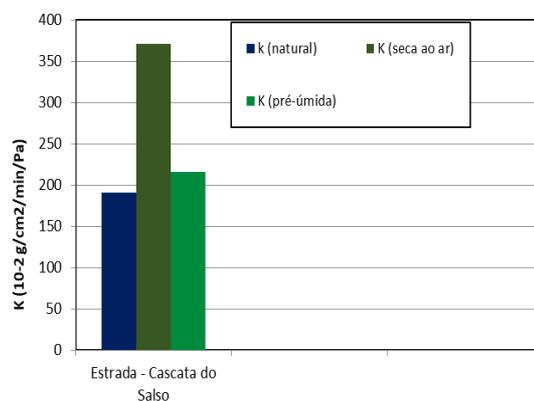


Figura 10. Valores da taxa de erodibilidade (k) obtidos em ensaios de Inderbitzen.

5 CONCLUSÕES

Por meio dos métodos de avaliação indireta do potencial de desagregação dos solos e dos critérios baseados na Metodologia MCT, pode-se concluir que nos ensaios de desagregação,



tanto a amostra em condição de umidade natural quanto a seca ao ar (mínimo 72 horas), desagregaram completamente após as 20 horas de ensaio, sendo que, nas primeiras horas, ambas as amostras perderam uma quantidade significativa de material.

A razão pi/s , obtida no critério de erodibilidade MCT, nas três condições de umidade (natural, seca ao ar e pré-umedecida), demonstrou alta erodibilidade das amostras.

A avaliação direta da erodibilidade foi obtida através dos ensaios de Inderbitzen, os quais têm por objetivo quantificar a erodibilidade dos solos, através da taxa de erodibilidade, k , e a tensão cisalhante hidráulica crítica.

O uso da inclinação da rampa tem papel decisivo nas perdas de solos, desta forma, utilizar a declividade da própria estrada, foi de grande relevância para este estudo. Desta forma, as amostras sob condição de umidade seca ao ar, apresentaram maior erodibilidade ($k = 371,17 \cdot 10^{-2} \text{g/cm}^2/\text{min}/\text{Pa}$), posteriormente a pré-umedecida ($k = 215,41 \cdot 10^{-2} \text{g/cm}^2/\text{min}/\text{Pa}$) e por último em condição natural ($k = 191,1 \cdot 10^{-2} \text{g/cm}^2/\text{min}/\text{Pa}$).

A partir dos resultados obtidos nos ensaios e também nas análises em campo, conclui-se que a Estrada de terra de acesso à Cascata do Salso, é uma área com evidente fragilidade ambiental. A estrada corta as curvas de nível, o que contribui para o processo erosivo, aumentando a velocidade com que a água escoou sobre ela. Além disso, esses fatores associados principalmente à falta de um sistema de drenagem adequado favorecem a aceleração do processo de degradação dos solos, desencadeando o surgimento de diversas feições erosivas ao longo da estrada. Medidas precisam ser realizadas com urgência, se não para recuperar a estrada, visto que o fator econômico neste caso é extremamente elevado, mas sim, atenuar e controlar esse processo erosivo.

REFERÊNCIAS

- Abnt. Associação brasileira de normas técnicas. Nbr 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016. p.6
- _____. NBR 6502: Rochas e solos. Rio de Janeiro, 1995. 18p.
- _____. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2017. p.13.
- _____. NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016. p.3.
- Almeida, F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, n. 4, p. 349-364.
- Bastos, C. A. B. 1999. Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 251f.
- Borba, A.W. et al. 2013. Inventário e avaliação quantitativa de geossítios: exemplo de aplicação ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil). Pesquisas em Geociências, v. 40 (3), p.275-294.
- Camapum de carvalho, J. et al. Processos erosivos. In: camapum de carvalho, j.; sales, m. M.; souza, n. M.; melo. M. T. S. 2006. (Org.). Processos erosivos no centro-oeste brasileiro. Brasília: Universidade de Brasília: FINATEC, p. 39-91.
- Griebeler, N.P.; Pruski, R.R.; Silva, J.M.A. 2009. Controle da erosão em estradas não pavimentadas. In: Fernando Falco Pruski. (Org.). Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle de erosão hídrica. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, cap 7, p.166-215.
- Inderbitzen, A.L. 1961. An erosion tests for soils. *Material reseach and standarts*, Philadelphia, v. 1, n. 7, p. 553-554.
- Lemos, R.C.; Santos, R.D. 2007. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2a. Ed. Campinas/SP.: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, p. 45.
- Nogami, J. S.; Villibor, D. F.1979 Soil characterization of mapping units for highway purposes in a tropical area. *Bulletin of International Association of Engineering*
- Sugiuo, kentiro. (1980). Geologia Sedimentar. São Paulo. Edgard Blücher, p.498.