



JIDeTEV
Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS EM SOLO DO TIPO LATOSSOLO

Sabiana Muhlen Santos, Savio Romar Muhlen dos Santos Santos, Ana Claudia Larsson Larsson, Daniele Fronza Fronza, Bóris Casanova Sokolovicz Sokolovicz Bóris

Resumo

O solo na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul possui textura argilosa e características que o identificam no grupo principal de latossolo. Sendo utilizado em boa extensão de sua abrangência para fins agrícolas, seu manejo inadequado ou falta de preparo pode prejudicar suas características naturais e também o desenvolvimento econômico do local. Além disso, sujeito as ações do clima, são suscetíveis à erosão hídrica devido às intensas atividades agrícolas já mencionadas e suas interferências sobre a melhoria na fertilidade. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência do método das gramíneas como proteção no processo erosivo do solo, e designar suas vantagens sustentáveis e socioeconômicas, como também, apresentar outros métodos utilizados no controle de desgaste do solo. Em vista disso, fez-se sondagem do solo dessa região em laboratório através dos ensaios de análise granulométrica por peneiramento e sedimentação (NBR 7181), massa específica real dos grãos, umidade do solo, ensaio de compactação (NBR 7182), Índice de Suporte Califórnia, ensaio de resistência: compressão simples e limite de liquidez e plasticidade verificando sua consistência, compactação e granulometria buscando métodos que auxiliem no controle dos processos erosivos nessa região. Constatou-se que o solo é preponderantemente argiloso, com 60,54% de argila, 10,01% de silte e 24,90% de areia fina, 4,52% de areia média e 0,03% de areia grossa. Através do Limite de Liquidez, que foi de 52% e o Limite de Plasticidade, que foi 31,49%, observou-se que o Índice de Plasticidade corresponde a 20,51%, classificado como solo altamente plástico. Para tanto, como solução mais plausível de execução e que visa uma melhor relação custo-benefício e amparo ao meio ambiente, evitando ao máximo os efeitos nocivos ao solo, escolheu-se a utilização de gramíneas como método mais adequado de proteção no processo erosivo do solo.

Palabras Clave: *Gramíneas – Controle de procesos erosivos – Solo.*

Resumen

El suelo en la región noroeste del estado de Rio Grande do Sul posee textura arcillosa y características que lo identifican en el grupo principal de latosol. Siendo utilizado en buena extensión de su alcance para fines agrícolas, su manejo inadecuado o falta de preparación puede perjudicar sus características naturales y también el desarrollo económico del local. Además, sujeto a las acciones del clima, son susceptibles a la erosión hídrica debido a las intensas actividades agrícolas ya mencionadas y sus interferencias sobre la mejora en la fertilidad. De esta forma, el presente trabajo tiene por objetivo evaluar la eficiencia del método de las gramíneas como protección en el proceso erosivo del suelo, y designar sus ventajas sostenibles y socioeconómicas, así como presentar otros métodos utilizados en el control de desgaste del suelo. En vista de ello, se realizó un sondeo del suelo de esa región en laboratorio a través de los ensayos de análisis granulométrico por cribado y sedimentación

(NBR 7181), masa específica real de los granos, humedad del suelo, ensayo de compactación (NBR 7182), Índice de soporte California, ensayo de resistencia: compresión simple y límite de liquidez y plasticidad verificando su consistencia, compactación y granulometría buscando métodos que ayuden en el control de los procesos erosivos en esa región. Se constató que el suelo es preponderantemente arcilloso, con 60,54% de arcilla, 10,01% de silte y 24,90% de arena fina, 4,52% de arena media y 0,03% de arena gruesa. A través del Límite de Liquidez, que fue del 52% y el Límite de Plasticidad, que fue el 31,49%, se observó que el Índice de Plasticidad corresponde al 20,51%, clasificado como suelo altamente plástico. Para ello, como solución más plausible de ejecución y que busca una mejor relación costo-beneficio y amparo al medio ambiente, evitando al máximo los efectos nocivos al suelo, se eligió la utilización de gramíneas como método más adecuado de protección en el proceso erosivo del suelo En el suelo.

PalabraClave: *Gramíneas - Control de procesos erosivos – Suelo.*

1. Introdução

O solo na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul possui textura argilosa e características que o identificam no grupo principal de latossolo. Sendo utilizado em boa extensão de sua abrangência para fins agrícolas, seu manejo inadequado ou falta de preparo pode prejudicar suas características naturais e também o desenvolvimento econômico do local. Além disso, sujeito as ações do clima, são suscetíveis à erosão hídrica devido às intensas atividades agrícolas já mencionadas e suas interferências sobre a melhoria na fertilidade.

Os processos erosivos ocorrem devido à influência de fatores naturais (água, ventos, geleiras) sobre a superfície do solo, subsolo ou rocha ocasionando a desagregação, transporte e deposição de suas partículas (MAGALHÃES, 2001). Algumas características do solo contribuem para esse processo, tais como, a topografia do terreno, tipo de vegetação, taxa de infiltração e material constituinte da superfície terrestre. Ainda o manejo inadequado do solo para as atividades humanas pode intensificar a erosão. Dentre os agentes erosivos mais comuns no território brasileiro podemos destacar a água resultante do escoamento superficial ou subsuperficial. Este se inicia a partir da saturação do solo e dependendo de suas propriedades, regime de chuvas e práticas de manejo, pode ser desagregado em partículas mais finas após as precipitações. O impacto da água sobre o solo pode agravar o processo erosivo manifestando-se em “três formas principais: erosão laminar ou em lençol; ravinamentos; e sulcos ou voçorocas”. (GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M., 1996. P.156)

Diante de tais fatores, procura-se mecanismos que amenizem a força de agentes agressivos sobre o solo, sendo necessário o estudo geotécnico referente ao solo analisado, sondagens, conhecimentos acerca da hidrologia, hidráulica e materiais de construção. Obtendo informações como a resistência do solo, nível freático e dados sobre a granulometria, plasticidade e índices de compactação (MAGALHÃES, 2001).

Portando as informações preliminares, pode-se utilizar de alguns métodos eficazes para o controle do desgaste do solo. No território nacional podemos encontrar técnicas em desenvolvimento para cada tipo específico de erosão, são eles: Geogrelha, Dreno tapete; Dreno simples; Escada de descida e dissipador; Terraceamento; Curvas de nível; Plantio Alternado e rotacional; Reforço de superfície; Canalização, drenagem e dissipação; Plantio interno com desvio pluvial; Barragens de estabilização intermediária; Reaterro com dreno de fundo.

Independente do procedimento adotado conforme o estudo do solo erodido, várias bibliografias concordam que a cobertura vegetal supre a melhor proteção contra o escoamento superficial e inclusive pode reduzir variações de temperatura e umidade do solo, modificando o microclima superficial sensivelmente. (LONDE; BITAR, 2008).

Assim, sobre as condições precárias de fertilidade num local com erosão, a vegetação mais indicada é as gramíneas, pois se adaptam com maior facilidade as regiões com baixos teores de nutrientes e oxigênio (TEIXEIRA; DE CARVALHO GUIMARÃES, 2012).

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência do método das gramíneas como proteção no processo erosivo do solo, e designar suas vantagens sustentáveis e socioeconômicas, como também, comparar este com outros métodos utilizados no controle de desgaste do solo.

2. Metodologia

Foram realizados diversos ensaios de laboratório sobre uma amostra de solo visando sua caracterização e identificação a suscetibilidade de erosão. Para tanto, fez-se os ensaios de Análise Granulométrica por Peneiramento (NBR 7181); Ensaio de Análise Granulométrica por Sedimentação (NBR 7181); Ensaio de Massa Específica Real dos Grãos (NBR 6508); Ensaio de Compactação: Energia Normal (NBR 7182); Ensaio do Índice de Suporte Califórnia (CBR): Energia Normal; Ensaio de Resistência: Compressão Simples; Limite de Liquidez e Plasticidade, com a amostra de solo coletada da Cidade de Santo Ângelo, região noroeste do Rio Grande do Sul.

3. Resultados e Discussão

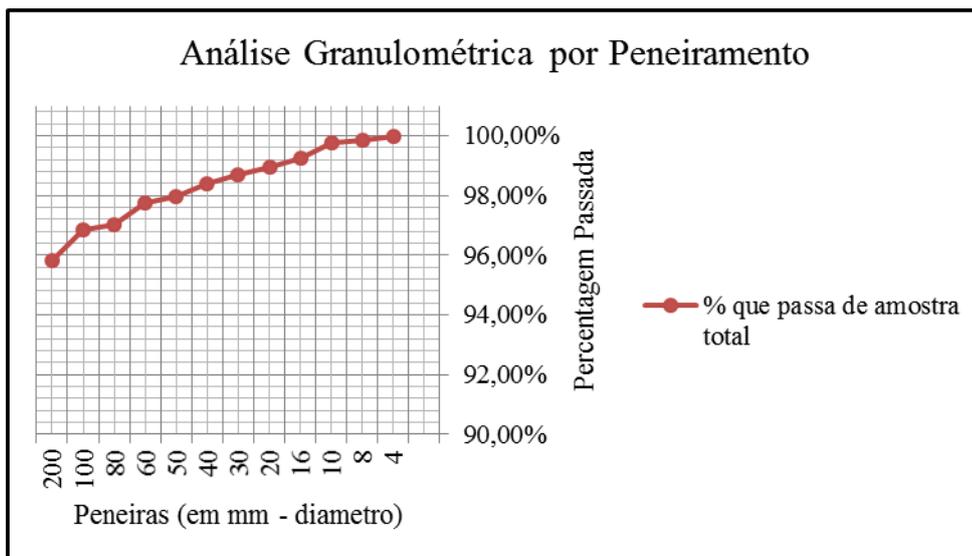
O solo na sua maioria é constituído por uma mistura de diversas partículas, podendo essas serem de diferentes tamanhos.

O ensaio de granulometria padronizado pela NBR 7181 (1988), define os diferentes tamanhos das partículas de um solo natural, ao construir-se uma curva granulométrica, como representado na figura 1, com os valores obtidos no ensaio, explanados na tabela 1.

Tabela 1: Resultados obtidos no ensaio de peneiramento

Análise Granulométrica por Peneiramento								
Umidade Higroscópica	Cápsula número		67	68	Amostra Seca	Total	Amostra total umida	900
	Peso solo úmido + cápsula		79,4	83,9				
	Peso solo seco + cápsula		76,3	80,8				
	Peso da água		3,1	3,1				
	Peso da cápsula		16,44	15,94		Parcial	Amostra seca	855,19
	Peso solo seco		59,86	64,86				
	Porcentagem de umidade		5,18%	4,78%				
	Média da porcentagem		4,98%					
Peneiração da Amostra	Total	PENEIRA	Material Retido P. Acumulado	Mat. Que passa P. Acumulado	% que passa de amostra total			
		4		855,27	100%			
		8	1,4	853,87	99,84%			
		10	0,5	853,37	99,78%			
	Parcial	16	4,6	848,77	99,24%			
		20	2,5	846,27	98,95%			
		30	2	844,27	98,71%			
		40	2,6	841,67	98,41%			
		50	3,7	837,97	97,98%			
		60	1,8	836,17	97,77%			
		80	6,4	829,77	97,02%			
		100	1,3	828,47	96,87%			
		200	8,8	819,67	95,84%			

Figura 1: Análise Granulométrica por Peneiramento



O ensaio de sedimentação, detalhado na tabela 2, é realizado com o intuito de estudar as partículas mais finas do solo, com granulometrias menores que 0,074mm. Este ensaio baseia-se na Lei de Stokes, que define a velocidade na qual as partículas se depositam em uma suspensão: quanto maiores forem, maior a velocidade de deposição e vice-versa.

Tabela 2: Resultados obtidos no ensaio de sedimentação

Análise Granulométrica por Sedimentação										
Massa Esp.sólidos (g/cm³):		2,796		Peso úmido (g):		74,55		Peso seco (g):	71,01	
Tempo Decorrido	Temperatura (°C)	Viscosidade (g.s\cm2)	Densidade L	Correção Ld	Altura Queda (cm)	Diâmetro (mm)	(% Amost. Total < Diâm.)			
30	seg	26	8,93564E-06	1,0470	1,00292	11,11	0,0576	96,61		
1	min	26	8,93564E-06	1,0470	1,00292	11,11	0,0407	96,61		
2	min	26	8,93564E-06	1,0460	1,00292	11,29	0,029	94,42		
4	min	26	8,93564E-06	1,0460	1,00292	10,19	0,0195	94,42		
8	min	26	8,93564E-06	1,0460	1,00292	10,19	0,0138	94,42		
15	min	25	9,13853E-06	1,0450	1,00315	10,38	0,0103	91,72		
30	min	25	9,13853E-06	1,0450	1,00315	10,38	0,0073	91,72		
1	hora	25	9,13853E-06	1,0430	1,00315	10,75	0,0052	87,34		
2	hora	25	9,13853E-06	1,0420	1,00315	10,93	0,0037	85,15		
4	hora	24	9,34871E-06	1,0410	1,00337	11,12	0,0027	82,47		
8	hora	24	9,34871E-06	1,0400	1,00337	11,3	0,0019	80,28		
24	hora	24	9,34871E-06	1,0400	1,00337	11,3	0,0011	80,28		
Peneiramento				Teor de Umidade (w)						
Ph #10 (g):		74,55		Ph #4 (g):		1480		Ps+t+agua (g):	79,4	83,9
Ps #10 (g):		71,01		Ps #4 (g):		1409,79		Ps + tara (g):	76,3	80,8
Peneiras		Mat. Retido (g)	Material que passa (g) (%)		tara (g):	16,44		15,94		
Nº	mm		Parcial	Total	Passante	w (%):	5,18	4,78		
	25				100	w média (%):	4,98			
	19				100	Percentagens				
	12,5				100	Argila: 60,54%				
	9,5				100					
4	4,8			1404,97	100	Silte: 10,01%				
10	2			1404,62	99,97					
16	1,18				99,97	Areia Fina: 24,90%				
30	0,6				100	Areia Média: 4,52%				
40	0,42	0,5	70,51		99,27	Areia Grossa: 0,03%				
50	0,3				100					
100	0,105	0,9	70,11		98,7					
200	0,075	0,8	69,31		97,58	Pedregulho: 0%				

Ao final, constatou-se que o solo em questão é preponderantemente argiloso, com 60,54% de argila, 10,01% de silte e 24,90% de areia fina, 4,52% de areia média e 0,03% de areia grossa.

Nessas condições, percebe-se ser um solo com razoável resistência aos processos erosivos, pois seu percentual de silte e areia fina, frações granulométricas que apresentam maior facilidade de serem erodidas, são um pouco menores em relação à quantidade de argila e areia grossa, que apresentam maior coesão e peso dificultando a ação da água.

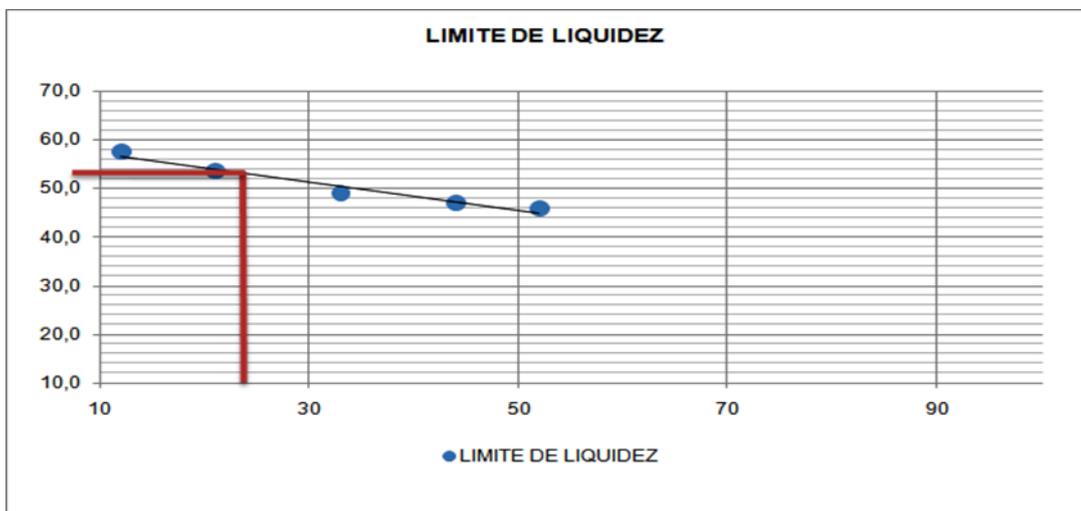
O limite de liquidez é definido como o estado de transição entre o líquido e plástico, em que o solo apresenta um teor de umidade abaixo do necessário para ser considerado plástico. O teor de umidade indica que a amostra de solo saiu de seu estado plástico para o estado semi-sólido, quando tenta-se fazer um cilindro de 3mm de espessura e cerca de 10 cm de

comprimento e o mesmo começar a apresentar fissuras e conseqüentemente romper. Na tabela 3 e figura 2 verificamos o resultado da amostra coletada e a curva do limite de liquidez.

Tabela 3: Resultados obtidos no ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade

Limites de Liquidez e Plasticidade					
LIMITE DE LIQUIDEZ					
Cápsula n.	2	3	4	5	7
C+S+A (g)	9,18	9,14	9,08	9,77	9,47
C+solo (g)	8,60	8,35	8,19	8,96	8,51
Água (g)	0,58	0,80	0,89	0,81	0,96
Cápsula (g)	7,34	6,65	6,38	7,45	6,85
Solo (g)	1,26	1,70	1,81	1,51	1,66
Umidade(%)	46,0	47,1	49,1	53,7	57,7
GOLPES	52	44	33	21	12
LIMITE DE PLASTICIDADE					
Cápsula n.	8	9	10	11	13
C+S+A (g)	7,96	8,13	8,96	8,62	8,97
C+solo (g)	7,57	7,68	8,56	8,15	8,52
Água (g)	0,39	0,45	0,40	0,47	0,44
Cápsula (g)	6,34	6,31	7,27	6,69	7,09
Solo (g)	1,23	1,37	1,29	1,46	1,43
Umidade(%)	31,3	32,7	30,7	31,8	30,9
Limite de Plasticidade (%)	31,49				
ÍNDICA DE PLASTICIDADE					
Limite de Liquidez	52				
Limite de Plasticidade	31,49				
Índice de Plasticidade	20,51				

Figura 2: Curva Limite de Liquidez



Através do Limite de Liquidez, que foi de 52% e o Limite de Plasticidade, que foi 31,49%, observou-se que o Índice de Plasticidade foi de 20,51%, classificado como solo altamente plástico.

O solo é constituído por um conjunto de partículas, deixando entre si vazios. Em termo geral pode se dividir em três fases: sólida, líquida e gasosa. Sendo assim a massa específica real dos grãos é uma relação entre o peso dos sólidos e o volume dos sólidos. É utilizado no cálculo de tensões devido ao peso próprio dos solos, capacidade de carga, estabilidade e compressibilidade. Verificam-se na tabela 4 os resultados do ensaio de Massa Específica Real do Grão (NBR 6508).

Tabela 4: Resultados obtidos no ensaio de massa específica real dos grãos (NBR 6508)

MASSA ESPECÍFICA REAL DOS GRÃOS (ρ)		
PESOS	PIC 3	PIC 2
P1 (P)	39,178	40,977
P2 (P+S)	57,34	62,141
P3 (P+S+A)	113,23	116,878
P4 (P+A)	101,954	103,721
ρ (PIC 1) / ρ (PIC 2)	2,638	2,643
ρ MÉDIO (g/cm ³)	2,64	

Realizou-se o ensaio de compactação: Energia normal (NBR 7182), traçando a curva de densidade e umidade ótima da figura 3. Compactação entende-se como um processo manual ou mecânico com o objetivo de reduzir volume de vazios, e assim aumentar a resistência do solo, tornando-o mais estável. O ensaio visa determinar a umidade ótima e o peso específico máximo de um solo.

Com os dados obtidos na tabela 5 durante o procedimento de ensaio é possível determinar a massa específica aparente seca e a percentagem de umidade usando a equação (1) e (2):

$$\gamma_h = \frac{PH \times 100}{V(100+h)} \quad (1)$$

Onde:

γ_h = Massa específica aparente seca, em g/cm³ ; PH = Peso úmido do solo compactado, em g;

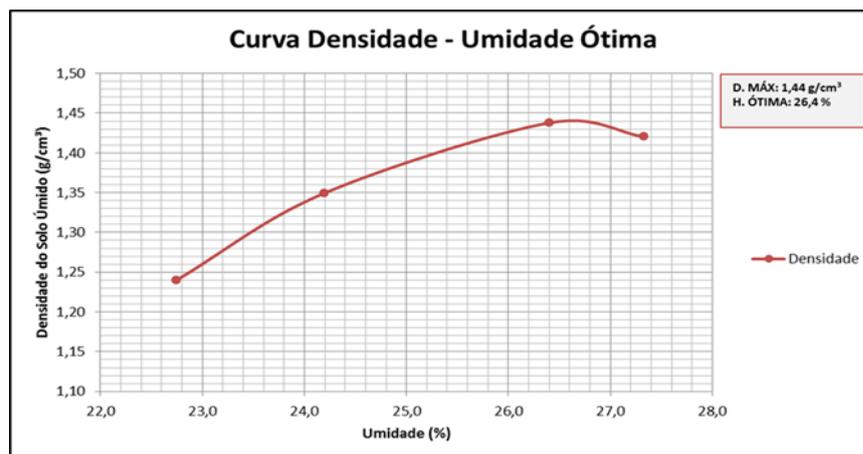
V = Volume útil do molde cilíndrico, em cm³; e h= Teor de umidade do solo compactado em %.

$$\text{Percentagem da umidade} = \frac{\text{água}}{\text{Solo seco}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabela 5: Resultados obtidos no ensaio de Compactação: energia normal (NBR 7182)

Ensaio Compactação Energia Normal					
DADOS DO ENSAIO					
Cilindro n:	2	Volume:	1000 dm ³	Peso: 2155 g	Peso da amostra: 3000 g
ENSAIO					
PONTO NÚMERO	1	2	3	4	
Peso da amostra compactada e peso do cilindro - g	3676,6	3830,9	3972,5	3963,4	
Peso da amostra compactada - g	1521,6	1675,9	1817,5	1808,4	
Densidade do solo úmido - Kg/m ³	1,5	1,7	1,8	1,8	
Determinação de Umidade	Cápsula n	64	63	65	68
	Peso do solo úmido + cápsula	93,6	98,3	115,7	97,9
	Peso do solo seco + cápsula	79,5	82,5	95	80,3
	Peso da água	14,1	15,8	20,7	17,6
	Peso da cápsula	17,5	17,2	16,6	15,9
	Peso do solo seco	62	65,3	78,4	64,4
	Percentagem de umidade	22,7	24,2	26,4	27,3
Densidade do solo seco - Kg/m ³	1,24	1,35	1,44	1,42	

Figura 3: Curva Densidade – Umidade Ótima



Ensaio do Índice de Suporte Califórnia (CBR): Energia Normal

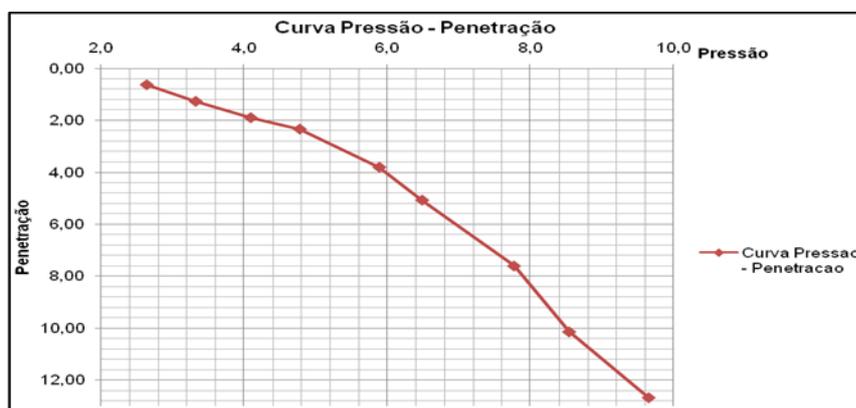
Trata-se de um método de ensaio empírico, adotado por grande parcela de órgãos rodoviários, no Brasil e no mundo. O objetivo do ensaio é determinar: o índice de suporte Califórnia (CBR) e a expansão (E).

O ensaio CBR consiste na determinação da relação entre a pressão necessária para produzir uma penetração de um pistão num corpo de prova de solo, e a pressão necessária para produzir a mesma penetração numa mistura padrão de brita estabilizada granulometricamente, conforme demonstrado na tabela 6 e figura 4.

Tabela 6: Resultados obtidos no ensaio do Índice Suporte Califórnia

Ensaio Índice Suporte Califórnia (CBR)							
DADOS DO ENSAIO		ENSAIO DE COMPACTAÇÃO			RESULTADOS		
Molde número 8		D. máxima: 1440 kg/m ³			Densidade Aparente Seca: 1394 kg/m ³		
Valor de correção da Prensa: 0,0853863		H. ótima: 26,4 %			I.S.C: 7 %		
					Expansão: 5,85 %		
EXPANSÃO		PENETRAÇÃO					
Leitura	Expansão			Pressão		I.S.C %	
0,67	5,85	Tempo (em m)	Penet. (em mm)	Leitura Deflectometro	Calculada	Corrigida	
		0,5	0,63	31	2,6		
		1	1,27	39	3,3		
		1,5	1,90	48	4,1		
		2	2,34	56	4,8	7%	
		3	3,81	69	5,9		
		4	5,08	76	6,5	6%	7%
		6	7,62	91	7,8		
		8	10,16	100	8,5		
		10	12,70	113	9,6		
DETERMINAÇÃO DE TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA				MOLDAGEM			
Cápsula número		67	68,00	ÁGUA	Peso amostra seca (g)		4752
Peso úmido + cáp.		79,4	83,90		Peso amostra na umidade ótima (g)		6006
Peso seco + cáp.		76,3	80,80		Peso amostra na umidade higroscópica (g)		5000
Peso água		3,1	3,1		Teórica		1006
Peso Cápsula		16,44	15,94		Evaporação		1008
Peso solo seco		59,86	64,86		Total		
Teor de umidade		5,18%	4,78%				
Teor de um. Média		4,98%					

Figura 4: Curva Pressão – Penetração



Verificou-se também a densidades aparente seca de 1394 kg/m^3 , sendo considerada baixa e insuficiente para auxiliar na infiltração das águas gerando margem para a ocorrência da erosão nesse tipo de solo. Portanto, caso encontre-se desprotegido pode se tornar vulnerável as ações dos agentes erosivos.

Ensaio de Resistência: Compressão Simples

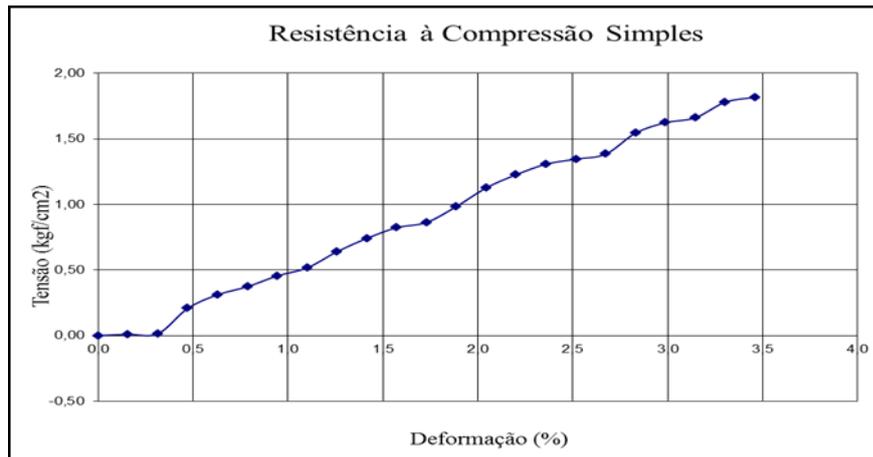
O Ensaio de Resistencia a compressão simples é utilizado para determinação da resistência à compressão não confinada (ou simples) de corpos de prova constituídos por solos coesivos. Tais solos são submetidos a uma aplicação de carga axial com controle de deformação.

Esses corpos de prova podem ser indeformados ou obtidos por compactação ou mesmo por moldagem. Os valores resultantes da aplicação deste ensaio, explanados na tabela 7 e figura 5, correspondem à resistência de solos coesivos em termos de tensões totais.

Tabela 7: Resultados obtidos no ensaio de resistência: compressão simples

Teor de Umidade Higroscópica			MOLDAGEM		Umid. Ótim.	25,8			
Cap. n°	67	68	PESO AMOSTRA SECA			2857,71			
Peso cap.(g)	16,44	15,94	PESO AMOSTRA UMIDADE ÓTIMA			3595,00			
Peso cap + solo úmid	79,40	83,90	PESO AMOSTRA UMIDADE HIGROSCÓP			3000,00			
Peso cap + solo seco	76,30	80,80	Água	TEÓRICA		595,00			
Umidade (%)	5,18	4,78		EVAPORAÇÃO		1,78			
Umidade média (%)	4,98			TOTAL		596,78			
Dados do corpo de Prova									
Peso (g)	4270,00	Teor de Umidade de Moldagem							
Diâmetro (cm)	10,00	Cap. n°	60	62					
Altura (cm)	12,72	Peso cap.(g)=	16,42	16,63					
Área (cm²)	78,54	Peso cap + solo úmid	89,87	77,78					
Volume (cm³)	999,03	Peso cap + solo seco	75,65	64,56					
Peso do molde (g)	2155,00	Umidade (%)=	24,01	27,58					
Peso esp. seco (g/cm)	2,12	Umidade média (%)=	25,79						
Tempo (min)	Deformação (Div)	Deformação (mm)	Carga (Div)	Carga (kgf)	Deformação específica		Área corrigida (cm²)	Pressão (kgf/cm²)	
0	0	0,0	0,3	0,4929576	0	0	0	0	
0,5	20	0,20	0,5	0,821596	0,0015723	0,1572327	0,99843	78,66350109	0,01044
1,0	40	0,40	0,7	1,1502344	0,0031447	0,3144654	0,99686	78,78757601	0,0146
1,5	60	0,60	10	16,43192	0,004717	0,4716981	0,99528	78,91204296	0,20823
2,0	80	0,80	15	24,64788	0,0062893	0,6289308	0,99371	79,03690378	0,31185
2,5	100	1,00	18	29,577456	0,0078616	0,7861635	0,99214	79,16216037	0,37363
3,0	120	1,20	22	36,150224	0,009434	0,9433962	0,99057	79,28781459	0,45594
3,5	140	1,40	25	41,0798	0,0110063	1,1006289	0,98899	79,41386835	0,51729
4,0	160	1,60	31	50,938952	0,0125786	1,2578616	0,98742	79,54032355	0,64042
4,5	180	1,80	36	59,154912	0,0141509	1,4150943	0,98585	79,66718212	0,74253
5,0	200	2,00	40	65,72768	0,0157233	1,572327	0,98428	79,79444599	0,82371
5,5	220	2,20	42	69,014064	0,0172956	1,7295597	0,9827	79,92211711	0,86352
6,0	240	2,40	48	78,873216	0,0188679	1,8867925	0,98113	80,05019742	0,9853
6,5	260	2,60	55	90,37556	0,0204403	2,0440252	0,97956	80,17868891	1,12718
7,0	280	2,80	60	98,59152	0,0220126	2,2012579	0,97799	80,30759356	1,22767
7,5	300	3,00	64	105,16429	0,0235849	2,3584906	0,97642	80,43691335	1,30741
8,0	320	3,20	66	108,45067	0,0251572	2,5157233	0,97484	80,56665031	1,3461
8,5	340	3,40	68	111,73706	0,0267296	2,672956	0,97327	80,69680645	1,38465
9,0	360	3,60	76	124,88259	0,0283019	2,8301887	0,9717	80,82738381	1,54505
9,5	380	3,80	80	131,45536	0,0298742	2,9874214	0,97013	80,95838443	1,62374
10,0	400	4,00	82	134,74174	0,0314465	3,1446541	0,96855	81,08981038	1,66164
10,5	420	4,20	88	144,6009	0,0330189	3,3018868	0,96698	81,22166373	1,78032
11,0	440	4,40	90	147,88728	0,0345912	3,4591195	0,96541	81,35394657	1,81783
11,5	460	4,60	92	151,17366	0,0361635	3,6163522	0,96384	81,486661	1,8552
12,0	480	4,80	94	154,46005	0,0377358	3,7735849	0,96226	81,61980914	1,89243
12,5	500	5,00	96	157,74643	0,0393082	3,9308176	0,96069	81,75339311	1,92954
13,0	520	5,20	95	156,10324	0,0408805	4,0880503	0,95912	81,88741507	1,90632
13,5	540	5,40	95	156,10324	0,0424528	4,245283	0,95755	82,02187716	1,90319
14,0	560	5,60	95	156,10324	0,0440252	4,4025157	0,95597	82,15678157	1,90007

Figura 5: Resistencia a compressão



Em vista desses resultados, sugere-se o recobrimento da superfície do solo com a utilização de gramíneas, pois protegem a superfície evitando o contato direto da água das chuvas, impedindo a desagregação e dissipando sua energia cinética. Além disso, promovem o rápido recobrimento recuperando o solo degradado e minimizando a ação que as intempéries causam sobre ele.

4. Conclusões

Contudo, como solução mais plausível de execução e que visa uma melhor relação custo-benefício e amparo ao meio ambiente, evitando ao máximo os efeitos nocivos ao solo, recomenda-se a utilização de gramíneas como método mais adequado de proteção no processo erosivo do solo.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 7181 Solo- Análise Granulométrica. Método de ensaio. Rio de Janeiro. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 6508 Determinação da massa específica. Método de ensaio. Rio de Janeiro. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 7182 Solo-Ensaio de compactação. Método de ensaio. Rio de Janeiro. 1986.

GUERRA, Antonio José Teixeira; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. 1996. **Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos.** Anuário do Instituto de Geociências – v. 19, pp. 93 – 114.

MAGALHÃES, Ricardo Aguiar; 2001. **Erosão: Definições, tipos e formas de controle.** Anais do XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens, pp. 155-169.

LONDE, Patrícia Ribeiro; BITAR, Norma Aparecida Borges. **Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG).** UNIPAM. dez, 2008.

TEIXEIRA, Natália Campos; DE CARVALHO GUIMARÃES, Carla Daniele. **Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil.** 2012.