

BANCO DE SEMENTES DO SOLO DE MARGEM VIÁRIA DOMINADA POR CAPIM-ANNONI-2 E SUJEITO AO CONTROLE COM DISTÚRBIOS NO SOLO E INTRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS¹

NADILSON ROBERTO FERREIRA², RENATO BORGES DE MEDEIROS³, RODRIGO FAVRETO⁴

RESUMO – Os impactos das ações antrópicas nas rodovias favorecem um ecossistema diferenciado do seu entorno, facilitando o estabelecimento de espécies oportunistas, como o capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees). No Rio Grande do Sul os acostamentos de rodovias encontram-se invadido por esta espécie, constituindo-se como centro dispersor. Com este estudo objetivou-se descrever o tamanho e a composição do banco de sementes do solo (BSS) deste ambiente, e demonstrar o seu potencial para recompor a florística campestre de acostamentos degradados e invadidos através do estímulo do BSS. O experimento foi estabelecido à margem de uma estrada municipal, anexa à sede da Fazenda São Lucas, no município de Rio Pardo RS, no período de janeiro de 2005 a maio de 2006. O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e com três repetições. Os tratamentos das parcelas foram: uso de subsolador e de subsolador mais grade com aplicação de calcário e fósforo. Nas subparcelas, foram semeadas *Megathyrsus maximus*, *Setaria sphacelata*, mistura de três espécies nativas de *Paspalum ssp* e exclusão (testemunha). A ocorrência de sementes de espécies exóticas representou 20% do BSS, destacando-se o capim-annoni-2. As espécies inibidoras do BSS do capim-annoni-2 foram *Megathyrsus maximus* e *Setaria sphacelata*, associadas à operação de subsolagem, gradagem e adubação. O tamanho e a riqueza do BSS indicam alto potencial de regeneração da vegetação herbácea nativa em acostamentos de rodovias invadidos por capim-annoni-2.

Termos para indexação: impactos, acostamentos, espécies exóticas, *Eragrostis plana* Nees.

SOIL SEED BANK OF THE ROADSIDE DOMINATED BY ANNONI-2-GRASS AND SUBMITTED TO THE CONTROL BY SOIL DISTURBANCE AND GRASS SPECIES INTRUCTION

ABSTRACT - The impacts of the anthropic actions in roadsides promotes a differentiated ecosystem in its surroundings facilitating the establishment of opportunist species like annoni-2-grass (*Eragrostis plana* Nees). The roadsides of Rio Grande do Sul state, in southern Brazil, are invaded by this weed specie forming dispersion centers. The objective of this study was to evaluate the soil seed bank (SSB) size and composition in these roadsides, and demonstrate its potential to regenerate the original grassland of these degraded and invaded areas. The trial was established on roadside next to the São Lucas Farm headquarters, in Rio Pardo county RS, from January 2005 to may 2006. The experimental design was a split-plot type in complete blocks, with tree replications. The plots were submitted to two treatments: deep sub-soil tillage and deep sub-soil tillage plus light soil disking

¹Submetido em 10/07/2007. Aceito para publicação em 03/02/2008. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UFRGS;

²Eng. Agrônomo, MSc., Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, nr.ferreira@uol.com.br;

³Professor Adjunto, Dep. Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Fac. Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP: 91540-000, Porto Alegre – RS. medeiror@orion.ufrgs.br;

⁴Eng. Agrônomo, MSc., FEPAGRO Litoral Norte, RS 484 km 05, CEP: 95530-000, Maquiné, RS. rfavreto@fepagro.rs.gov.br.

plus limestone and phosphate application. The split-plots were sowed with *Megathyrsus maximus*, *Setaria sphacelata*, a mixture of seeds of three native *Paspalum* sp. and exclusion. The percentage of exotic seed species represented 20% of the SSB composition in which annoni-2-grass presented the highest seed percentage. The inhibitor species of annoni-2-grass SSB were *Setaria sphacelata* and *Megathyrsus maximus* associated with the use of deep sub-soil tillage plus light soil disking plus fertilization. The size and richness of the SSB showed high potential to regeneration of native vegetation in roadsides invaded by annoni-2-grass.

Index terms: impacts, roadside, exotic species, *Eragrostis plana* Nees.

INTRODUÇÃO

Os severos impactos sofridos nos ecossistemas das margens de rodovias, iniciando-se na construção das estradas, com perda de bioestrutura, fertilidade e aumento da compactação, promovem um ambiente diferenciado do seu entorno (Primavesi, 1979). Estes eventos induzem mudanças na estrutura da comunidade, promovendo o surgimento de espécies invasoras. Neste contexto o banco de sementes do solo (BSS) tem importância na regeneração da cobertura vegetal nativa e é tido como a “memória genética” das espécies ali presentes, mostrando heterogeneidade na composição entre as sementes transitórias e permanentes. (Cavers, 1995; Fenner, 1995; Bekker, 1998).

Nos acostamentos das estradas, a interação da intensidade, frequência e escala dos distúrbios deixa o sistema em constante disclímax antropogênico (Odum, 1988), permitindo o surgimento de espécies oportunistas, algumas sendo invasoras, como o capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees), com foco dispersor nas margens das estradas. Esta invasora é uma Poaceae de hábito cespitoso, perene, estival, com origem nas savanas africanas (Boldrini e Kampf, 1977). Sua entrada no Rio Grande do sul ocorreu nos anos 50, como contaminante de sementes importadas de *Chloris gayana* Kunth e *Eragrostis curvula* Schrader. A semente é pequena, (0,14 x 0,06 x 0,04 cm), de coloração vermelho-alaranjada a castanho (Kissmann, 1991), com peso médio de mil sementes 0,21g (Medeiros et al., 2004), e considerada como componente do BSS persistente permanecendo viável no solo por mais de cinco anos (Medeiros et al.; 2005).

Os impactos são mais intensos nos primeiros três metros da faixa de domínio da rodovia, e observa-se a formação de uma micro-paisagem de mosaico (Pickett e White, 1985), onde vários estágios serais estão presentes, obedecendo a um gradiente crescente de riqueza e complexidade das

comunidades bióticas que se inicia da borda do pavimento em direção às cercas (Forman e Heanue, 2002). Muitas espécies desses habitats são generalistas, prostradas, de grande amplitude de tolerância e adaptadas a estes ambientes microclimáticos, onde o BSS reflete a história dos distúrbios no local (Forman e Heanue, 2002).

O BSS dos acostamentos viários possui uma função estratégica de sustentabilidade ambiental dos campos adjacentes, não sendo contabilizada nos cálculos econômicos, daí a necessidade de uma nova visão biofísica com o conceito de economia ecológica (Costanza, 1991).

A prevenção de invasão biológica começa na restauração da vegetação nativa e pode ser acelerada com a introdução de espécies de forrageiras cultivadas adaptadas, que funcionam como barreiras naturais (Forman e Heanue, 2002). O objetivo deste estudo foi conhecer o padrão do BSS dos ecossistemas dos acostamentos viários da Depressão Central, RS, descrever sua composição, tamanho e inferir sobre o seu potencial em regenerar a vegetação nativa destes locais hoje invadidos por capim-annoni-2.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido em 07 de abril de 2005 em um acostamento viário municipal, dominado por capim-annoni-2, situado próximo da sede da Fazenda São Lucas, km 197 da BR 290, na região eco-climática da Depressão Central, no município de Rio Pardo, RS. De acordo com a classificação de Köeppen o clima da região é caracterizado como tipo Cfa, e solo classificado como argissolo vermelho distrófico latossólico – PVd4 (Streck et al., 2002).

O delineamento experimental foi implantado em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. As parcelas foram seis e cada uma subdividida em quatro totalizando 24 subparcelas, locadas de forma contínua no

acostamento. Cada subparcela nas dimensões de 4m x 6m, totalizou uma área de 576m².

As parcelas foram submetidas a dois tratamentos: subsolagem (S) e subsolagem, gradagem e adubação com calcário e fósforo (SG). Nas subparcelas foram aplicados quatro tratamentos de cobertura vegetal utilizando-se: *Megathyrsus maximus* B K Simon & S W L Jacobs, capim-tanzânia (m) com 38g de sementes por subparcela; *Setaria sphacelata* (Schum.) Staff & C. E. Hubb ex Chip, capim-kazungula (s) com 197g de sementes por subparcela; mistura de três gramíneas nativas *Paspalum notatum* Flügge, capim-forquilha; *P. regnellii* Mez, macega-do-banhado; *P. urvillei* Steud (n) com 54; 12 e 19g de sementes por subparcela respectivamente e Exclusão (e). A densidade de semeadura utilizada foi função do respectivo valor cultural e a seleção das espécies em função do seu potencial para competir por luz com o capim-annoni-2.

Para avaliar a composição botânica e o tamanho do BSS coletou-se 10 subamostras de solo por subparcela, à profundidade de 10cm e com 5cm de diâmetro. O solo foi seco à sombra no período de nove dias, fragmentado e homogeneizado manualmente, preservando-se assim as sementes mais sensíveis quanto às injúrias mecânicas. Utilizou-se 30% da amostra homogeneizada, para a determinação da composição e do tamanho do BSS.

A identificação e quantificação das espécies do BSS foram realizadas em casa de vegetação através da germinação das sementes, presentes nas amostras. Utilizaram-se bandejas de alumínio com as dimensões de 12 x 20 x 5cm revestidas com um filme de polietileno evitando desgaste precoce e possível efeito tóxico do cátion Al³ na germinação de sementes. A camada de solo nas bandejas foi de 3cm de espessura. A este volume acrescentou-se 10% com vermiculita para melhor retenção da umidade nas bandejas e evitar a compactação e formação de crosta superficial do solo. Foram realizadas duas coletas, para o estudo do BSS, uma antes da instalação do experimento, em 26 de janeiro de 2005 e a segunda, após a aplicação dos tratamentos em 21 de maio de 2006. Foram realizados três ciclos de germinação com a finalidade de exaurir o BSS e remover a dormência das sementes viáveis remanescentes das duas coletas, com intervalos de suspensão de irrigação de 10 dias entre ciclos. À medida que o solo secava, fazia-se um revolvimento. As plântulas identificadas eram removidas, codificadas e herborizadas semanalmente. As plântulas de difícil identificação eram repicadas para vasos e identificadas em fases fenológicas posteriores. O turno de rega diário foi suficiente para manter o solo próximo à capacidade de campo.

Na análise dos dados, inicialmente utilizou-se da estatística descritiva como tamanho do BSS, médias de sementes.m⁻², percentuais de participação das espécies na comunidade, coeficiente de variação e índice de Morisita, para identificar o padrão de distribuição espacial das espécies (Boccanelli e Lewis,1994; Medeiros e Steiner, 2002), calculada pela equação: $I.M = \sum n(n-1)/t(t-1)*N$. Onde N é o número de amostras, n é o número de sementes da espécie em cada amostra e t é o total do número do indivíduo em todas as amostras. Se $I.M = 1$ os indivíduos estão aleatoriamente dispersos, $I.M < 0$ as espécies estão uniformemente distribuídas e $I.M > 0$ as espécies estão agregadas.

Nas análises univariadas (variância e comparação das médias) adotou-se o aplicativo ASSISTAT versão 7.4 beta (Silva e Azevedo, 2006). Em função do elevado coeficiente de variação espacial, normalmente registrado em estudos de banco de sementes de solo (Bekker, 1998), utilizou-se também a análise multivariada com os aplicativos MULTIV 2.4.2 (Pillar, 2005a) e SYNCOSA 2.2.4 (PILLAR, 2005b) buscando detectar padrões de variação. Na transformação utilizou-se a distância de corda. A congruência entre atributos de solo e BSS foi feita com a última avaliação, por conter os tratamentos na comunidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas avaliações do BSS, constatou-se a presença de 85 espécies, distribuídas entre 31 famílias. Destas espécies 68 surgiram na primeira coleta e 57 na segunda coleta do BSS. A maioria destas espécies possui ciclo de vida anual e pertencem às famílias Asteraceae e Poaceae, refletindo o padrão geral do Bioma Pampa.

O BSS compôs-se com 20% de espécies exóticas, evidenciando-se a potencialidade à invasão biológica, habilidades no estabelecimento e produção de descendentes, fato ocorrido com o capim-annoni-2. Na primeira avaliação a espécie *Relbunium vile* (Cham. & Schltldl) K. Schum teve a maior quantidade de sementes, 2.529.m⁻², ou 12,57% do BSS (20.110 sementes.m⁻²) (Tabela 1). O capim-annoni-2 apresentou 963 sementes.m⁻², ou 4,79% do BSS (Tabela 1). Na segunda avaliação, a espécie mais abundante foi *Sisyrinchium micranthum* Cav., com 3.896 sementes.m⁻² ou 13, 61% do BSS (28.617 sementes.m⁻²) (Tabela 1). O capim-annoni-2 aparece com 2.040 sementes.m⁻² ou 7,13% do BSS um acréscimo de 1.077 semente.m⁻² em relação ao primeiro levantamento. Solos em processo de distúrbios apresentam elevado número de sementes (Fenner, 1995).

TABELA 1. Lista de espécies encontradas nos dois BSS com as respectivas espécies, famílias, espécies exóticas*, índice de Morisita, quantidade de sementes.m⁻², coeficiente de variação e percentual das espécies nos BSS.

Espécies	FAMI	BSS1				BSS2			
		I.M.	S.m ⁻²	CV	BSS%	I.M.	S.m ⁻²	CV	BSS%
<i>Coniza bonariense</i>	Aste	-	-	-	-	4,6	1162	193,7	4,06
<i>Aster squamatus</i>	Aste	-	-	-	-	3,7	432	167,3	1,51
<i>Setaria sphacelata</i> *	Poac	-	-	-	-	5,2	248	210,1	0,87
<i>Heliotropium indicum</i>	Bora	-	-	-	-	3,6	184	165,4	0,64
<i>Nothoscordum</i> sp	Lili	-	-	-	-	3,4	184	158,5	0,64
<i>Brisa subaristata</i>	Poac	-	-	-	-	6,0	85	228,4	0,30
<i>Cyperus flavus</i>	Cype	-	-	-	-	8,6	64	281,5	0,22
<i>Borreria verticillata</i>	Rubi	-	-	-	-	6,6	43	243,2	0,15
<i>Apium leptophyllum</i>	Apia	-	-	-	-	24,0	28	489,9	0,10
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Aste	-	-	-	-	13,3	21	358,7	0,07
<i>Cuphea hysopifolia</i>	Lyth	-	-	-	-	13,3	21	358,7	0,07
<i>Trifolium repens</i> *	Faba	-	-	-	-	8,0	21	270,3	0,07
<i>Amaranthus blitum</i> *	Amar	-	-	-	-	24,0	7	489,9	0,02
<i>Anagalis arvensis</i> *	Prim	-	-	-	-	24,0	7	489,9	0,02
<i>Megathyrus maximus</i> *	Poac	-	-	-	-	24,0	7	489,9	0,02
<i>Polygonum persicaria</i> *	Poly	-	-	-	-	24,0	7	489,9	0,02
<i>Trifolium polymorphum</i>	Faba	-	-	-	-	24,0	7	489,9	0,02
<i>Relbunium vile</i>	Rubi	2,5	2529	126,6	12,57	2,7	659	133,0	2,30
<i>Piptochaetium montevidense</i>	Poac	1,6	2423	78,0	12,05	2,3	616	118,4	2,15
<i>Sisyrinchium palmifolium</i>	Irid	1,7	1891	85,5	9,40	7,0	630	249,8	2,20
<i>Gamochaeta spicata</i>	Aste	1,2	1842	45,7	9,16	1,7	2826	86,2	9,88
<i>Anagallis minima</i> *	Prim	2,1	1523	106,7	7,57	3,5	538	160,9	1,88
<i>Eragrostis plana</i> *	Poac	1,3	963	53,7	4,79	1,4	2040	67,7	7,13
<i>Heimia salicifolia</i>	Lyth	14,4	893	373,9	4,44	-	-	-	-
<i>Oxalis corymbosa</i>	Oxal	1,8	751	93,5	3,73	1,7	326	88,3	1,14
<i>Wahlenbergia linarioides</i>	Camp	2,0	595	100,4	2,96	1,9	1480	98,1	5,17
<i>Triodanis biflora</i>	Camp	2,2	524	110,3	2,61	2,9	1310	139,4	4,58
<i>Cerastium humifusum</i>	Caro	2,5	503	124,3	2,50	2,5	2876	125,0	10,05
<i>Killinga brevifolia</i>	Cype	2,2	418	109,9	2,08	-	-	-	-
<i>Hypoxis decumbens</i>	Hypo	1,7	390	86,8	1,94	-	-	-	-
<i>Sisyrinchium micranthum</i>	Irid	2,2	390	112,5	1,94	3,2	3896	150,5	13,61
<i>Cyperus piceus</i>	Cype	1,9	312	94,7	1,55	-	-	-	-

<i>Callitriche deflexa</i>	Call	4,5	290	191,8	1,44	4,4	2805	187,4	9,80
<i>Mollugo verticillata</i>	Aizo	4,9	283	201,5	1,41	8,0	425	270,3	1,49
<i>Verbena bonariense</i>	Verb	1,9	262	97,5	1,30	4,0	213	178,5	0,74
<i>Scutellaria racemosa</i>	Lami	2,2	248	112,5	1,23	-	-	-	-
<i>Coniza canadensis*</i>	Aste	2,3	248	117,9	1,23	4,2	255	182,3	0,89
<i>Drymaria cordata *</i>	Cary	2,2	234	111,0	1,16	-	-	-	-
<i>Cyperus reflexus</i>	Cype	2,2	227	112,0	1,13	-	-	-	-
<i>Veronica peregrina</i>	Scro	4,1	205	179,3	1,02	6,8	142	246,9	0,50
<i>Hydrocotyle exigua</i>	Apiac	2,6	205	129,1	1,02	12,0	14	338,8	0,05
<i>Plantago australis</i>	Plan	2,7	184	133,1	0,92	2,9	106	140,1	0,37
<i>Soliva pterosperma</i>	Aste	3,6	156	163,8	0,77	3,5	425	161,3	1,49
<i>Hybanthus parviflorus</i>	Viol	2,7	149	131,9	0,74	1,9	283	98,0	0,99
<i>Dichondra sericea</i>	Conv	2,9	120	141,0	0,60	8,0	21	270,3	0,07
<i>Eleusine tristachya</i>	Poac	2,6	113	130,2	0,56	-	-	-	-
<i>Rhynchospora sp</i>	Cype	2,7	106	131,9	0,53	2,8	453	135,3	1,58
<i>Cyperus sp</i>	Cype	6,7	92	243,3	0,46	-	-	-	-
<i>Parietaria debilis*</i>	Urti	8,7	92	282,8	0,46	2,5	630	125,3	2,20
<i>Paspalum plicatulum</i>	Poac	5,2	92	210,7	0,46	5,3	43	212,6	0,15
<i>Cyperus luzulae</i>	Cype	4,3	71	186,1	0,35	-	-	-	-
<i>Glandularia pulchella</i>	Aste	4,4	64	189,6	0,32	2,6	418	127,5	1,46
<i>Paronchychia sp</i>	Cary	8,0	64	270,3	0,32	4,9	170	202,2	0,59
<i>Erechtites valerianifolia</i>	Aste	3,7	57	169,4	0,28	-	-	-	-
<i>Acanthospermum australe</i>	Aste	9,3	50	294,4	0,25	3,3	135	153,5	0,47
<i>Oxalis sp</i>	Oxal	17,3	43	412,8	0,21	-	-	-	-
<i>Richardia sp</i>	Rubi	4,0	43	176,9	0,21	-	-	-	-
<i>Hydrocotyle leucocephala</i>	Apiac	24,0	35	489,9	0,18	-	-	-	-
<i>Lepidium ruderale *</i>	Bras	4,8	35	199,1	0,18	-	-	-	-
<i>Urtica circularis</i>	Urti	6,0	28	228,4	0,14	-	-	-	-
<i>Diodia dasycephala</i>	Rubi	15,0	28	382,2	0,14	7,8	156	267,1	0,54
<i>Eragrostis gloeodes</i>	Poac	6,0	28	228,4	0,14	24,0	7	489,9	0,02
<i>Eryngium horridum</i>	Apia	8,0	21	270,3	0,11	-	-	-	-
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	Cype	13,3	21	358,7	0,11	-	-	-	-
<i>Stemodia verticillata</i>	Scro	13,3	21	358,7	0,11	4,4	319	187,6	1,11
<i>Paspalum urvillei</i>	Poac	13,3	21	358,7	0,11	5,9	220	225,4	0,77
<i>Silene galica *</i>	Cary	8,0	21	270,3	0,11	2,6	170	128,5	0,59
<i>Sida rhombifolia</i>	Malv	8,0	21	270,3	0,11	8,0	21	270,3	0,07
<i>Sonchus oleraceus *</i>	Aste	8,0	21	270,3	0,11	8,0	21	270,3	0,07

<i>Ambrosia elatior</i>	Aste	24,0	14	489,9	0,07	-	-	-	-
<i>Baccharis articulata</i>	Aste	12,0	14	338,8	0,07	-	-	-	-
<i>Cynodon dactylon</i> *	Poac	12,0	14	338,8	0,07	-	-	-	-
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Sola	24,0	14	489,9	0,07	-	-	-	-
<i>Vicia graminea</i>	Faba	24,0	14	489,9	0,07	-	-	-	-
<i>Facelis apiculata</i>	Aste	12,0	14	338,8	0,07	3,2	893	150,5	3,12
<i>Berroa gnaphahoides</i>	Aste	12,0	14	338,8	0,07	8,2	241	273,7	0,84
<i>Erechtites hieracifolia</i>	Aste	24,0	7	489,9	0,04	-	-	-	-
<i>Panicum hians</i>	Poac	24,0	7	489,9	0,04	-	-	-	-
<i>Plantago tomentosa</i>	Plan	24,0	7	489,9	0,04	-	-	-	-
<i>Senecio brasiliensis</i>	Aste	24,0	7	489,9	0,04	-	-	-	-
<i>Setaria parviflora</i>	Poac	24,0	7	489,9	0,04	-	-	-	-
<i>Chenopodium ambrosoides</i> *	Chen	24,0	7	489,9	0,04	3,7	269	166,5	0,94
<i>Digitaria sanguinalis</i> *	Poac	24,0	7	489,9	0,04	12,0	14	338,8	0,05
<i>Solanum americanum</i>	Sola	24,0	7	489,9	0,04	12,0	14	338,8	0,05
<i>Sporobolus indicus</i>	Poac	24,0	7	489,9	0,04	24,0	7	489,9	0,02
Total			20.110					28.617	

Sendo as famílias: Aste (Asteraceae), Poac (Poaceae), Bora (Boraginaceae), Lili (Liliaceae), Cype (Cyperaceae), Rubi (Rubiaceae), Apia (Apiaceae), Lyth (Lythraceae), Faba (Fabaceae), Amar (Amaranthaceae), Prim (Primulaceae), Poly (Polygonaceae), Irid (Iridaceae), Oxal (Oxalidaceae), Camp (Campanulaceae), Caro (Carofilaceae), Hypo (Hypoxidaceae), Call (Callitrichaceae), Aizo (Aizoaceae), Verb (Verbenaceae), Lami (Lamiaceae), Cary (Caryophyllaceae), Scro (Scrofulariaceae), Plan (Plantaginaceae), Viol (Violaceae), Conv (Convovulaceae), Urti (Urticaceae), Bras (Brassicaceae), Malv (Malvaceae), Sola (Solanaceae), Chen (Chenopodiaceae). FAMI = família; I.M = Índice de Morisita; S. m² = quantidade de sementes por m²; CV = coeficiente de variação

Os distúrbios modificaram a constituição do BSS, onde 17 novas espécies surgiram, frequência relativa de 8,8%, duas delas introduzidas no ambiente (*S. sphacelata* e *M. maximus*). As demais gramíneas introduzidas, exceto *P. urvillei* que já existia em estado natural, não foram observadas no período, provavelmente em função de possíveis efeitos alopatícos, induzidos pelo capim-annoni-2, interferindo na germinação das espécies (Ferreira et al., 2006). Três espécies mantiveram a contribuição de sementes constante, 24 aumentaram, 14 diminuíram e 27 espécies desapareceram no segundo levantamento (Tabela 1). O capim-annoni-2 confirmou sua condição de espécie oportunista com habilidade para ocupar espaços vazios provocados por distúrbios diversos, nas comunidades herbáceas (Reis, 1993; Reis e Coelho, 2000). As espécies que apareceram, suplantando o capim-annoni-2 em quantidade de sementes, são herbáceas, anuais, de porte baixo ou prostradas, do processo inicial de sucessão, mas com pouco potencial de concorrência com o capim-annoni-2 em função dos seus hábitos de crescimento.

As espécies introduzidas apareceram no segundo BSS, da seguinte forma: *S. sphacelata*, 248 sementes. m² ou 0,87%

do BSS; *P. urvillei*, 220 sementes.m² ou 0,77% do BSS e *M. maximus*, com 7 sementes.m² ou 0,02% do BSS total (Tabela 1). Espera-se uma elevação destes montantes no BSS com a ressemeadura natural, na estabilização do sistema (Formoso, 1993), (Carámbula, 1997).

O índice de Morisita (IM) e coeficiente de variação (CV) foram diretamente proporcionais e mostraram que a distribuição das espécies foi heterogênea no BSS. No primeiro BSS as espécies com menores I.M e CV foram *Gamochaeta spicata* e capim-annoni-2 com 1,2 e 45,7% e 1,3 e 53,7% respectivamente com dispersão aleatória. Resultados característicos de espécies invasoras, oportunistas e com grande amplitude ecológica. O mais alto índice de Morisita foi de 24, com CV de 489,9% representados por várias espécies com baixa frequência no BSS, e em poucas parcelas com típica dispersão espacial agregada. No segundo BSS capim-annoni-2 manteve a mesma tendência do primeiro BSS, sendo a espécie com menor valor do I.M, com 1,4 e CV de 67,7%. Os maiores valores também se igualaram aos do primeiro BSS. (Tabela 1).

As médias do BSS de capim-annoni-2, na interação dos

tratamentos de solo com espécies introduzidas, apresentaram significância apenas na interação dentro da mistura de *Paspalum* spp. (Tabela 2). Os demais contrastes apenas indicaram tendência para tal. Os menores BSS ocorreram na interação subsolagem mais gradagem e adubação com as espécies introduzidas. Inferir-se que na subsolagem com posterior gradagem, muitas sementes de capim-annoni-2 atingiram camadas mais profundas do perfil do solo ficando no estoque do BSS, podendo vir a germinar em função de novos distúrbios. É reconhecido que quanto mais profundas estiverem as sementes de capim-annoni-2, menor será seu desaparecimento em relação às da superfície, e maior a sua

preservação (Medeiros et al., 2005). A subsolagem com gradagem eliminou uma grande porcentagem de plantas, levando a uma redução na frequência e, menor produção de sementes. A menor perturbação do solo na subsolagem promoveu pouco prejuízo no ciclo de vida das plantas originais de capim-annoni-2 que estimuladas, revigoraram e produziram mais sementes. Finalmente o período entre os impactos da implantação do experimento e a segunda coleta do BSS (07-04-2005 a 21-05-2006) foi suficiente para que as sementes da superfície gerassem indivíduos adultos promovendo a ressemeadura natural com conseqüente incremento das diferenças.

TABELA 2. Médias do número de sementes de capim-annoni-2.m⁻² no segundo BSS, na interação entre as subparcelas com os tratamentos de competição com espécies introduzidas mais a exclusão e os tratamentos de solo. Margem de rodovia Fazenda São Lucas, Rio Pardo RS / 2006.

Tratamento de solo	Espécies				Médias
	Mm	Ex	Mp	Ss	
SG	793,3 a A	2436,7 a A	793,3 b A	1416,7 a A	1360 a
S	2436,7 a A	3230,0 a A	3400,0 a A	1813,3 a A	2720 a
Médias	1615,0 A	2833,4 A	2096,7 A	1615,0 A	

Sendo, Mm, (subparcelas com *Megathyrsus maximus*), Ex, exclusão (subparcelas sem espécies introduzidas), Mp, (subparcelas com Mistura de *Paspalum* spp), Ss, (subparcelas com *Setaria sphacelata*), SG, (subparcelas com subsolagem mais gradagem) e S, (subparcelas com subsolagem). As letras minúsculas reportam às colunas e as maiúsculas às linhas, indicando que médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS para linha = 2994,0 e para coluna = 2279,2. CV para tratamento de solo = 69,3% e para espécies = 60,5%.

A comparação da variação entre o primeiro e o segundo BSS de capim-annoni-2 (BSS2-BSS1), mostrou significância nos contrastes da interação dos tratamentos de solo com *M. maximus* e mistura de *Paspalum* spp. Os demais contrastes, seguindo o mesmo padrão, tenderam para tal. Os dados sugerem que o sistema tratamento do solo com subsolagem mais gradagem e adubo teve forte influência no resultado

final para reduzir a quantidade de sementes de capim-annoni-2 do BSS (Tabela 3), em detrimento da subsolagem. Isto reforçando as conclusões das análises anteriores.

A análise multivariada do segundo BSS, apresentou a formação de quatro grupos nítidos (Figura 1), confirmada estatisticamente pelo teste de autoreamostragem (bootstrap).

TABELA 3. Comparação da variação do BSS do capim-annoni-2 (BSS 2-BSS 1), em sementes.m⁻² na interação espécies introduzidas versus tratamento de solo. Mm = *Megathyrsus maximus*, Margem de rodovia, Fazenda São Lucas, Rio Pardo, RS 2006.

Tratamento Solo	Espécies				Média
	Mm	Ex	Mp	Ss	
SG	-847,8 b A	1474,6 a A	-564,8 b A	681,0 a A	185,8 a
S	1870,8 a A	2381,2 a A	2777,5 a A	851,3 a A	1970,2 a
Média	511,5 A	1927,9 A	1106,4 A	766,2 A	

Ex = Exclusão, Mp = Mistura de *Paspalum* spp., Ss = *Setaria sphacelata* Nas colunas, letras minúsculas, nas linhas, letras maiúsculas. DMS linhas = 2979,9, DMS coluna = 2158,8. CV do tratamento de solo = 19,8% e CV das espécies = 20,2. As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

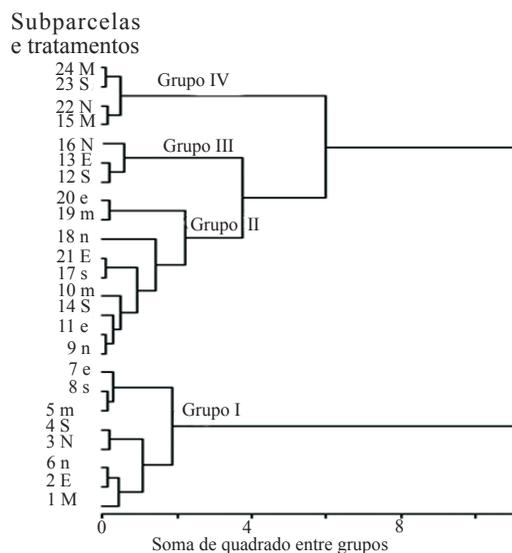


FIGURA 1. Dendrograma da análise de agrupamento do segundo BSS, obtido pela soma dos quadrados (variância mínima), formando quatro grupos nítidos a partir das subparcelas, com seus respectivos tratamentos. Onde, os números de 1 a 24 são as unidades amostrais, as letras maiúsculas significam os tratamentos de subsolagem, gradeamento e adubação. As letras minúsculas significam o tratamento subsolagem. As letras “m” = *Megathyrsus maximus*, “e” = exclusão, “n” = *Paspalum spp.*, “s” = *Setaria sphacelata*. Margem de rodovia, Fazenda São Lucas, Rio Pardo / RS, 2006.

As subparcelas reunidas em grupos possuem um grau de similaridade suficiente para agregá-las por características comuns (Valentin, 2000). Os efeitos da aplicação dos tratamentos de preparo do solo tiveram forte influência na formação dos grupos. O grupo II, composto de nove subparcelas teve sete delas tratadas por subsolagem. Na subsolagem registraram-se os maiores tamanhos do BSS de capim-annoni-2 com 52,4% do total. Este fato confirma as inferências das análises univariadas quanto à observação de que maiores números de sementes acumularam-se nas camadas mais profundas do solo, as quais, em função de novos distúrbios poderiam vir à superfície e oportunizar a germinação das sementes viáveis. No grupo IV, as quatro subparcelas que o compõem, receberam o tratamento de subsolagem mais gradeamento e adubação, evidenciando este fator como aglutinador do grupo. O grupo I, formado pelas

unidades amostrais de um a oito teve como fator agregante às características de relevo (em platô), com melhores condições físico-químicas do solo e melhor retenção de água, suplantando os efeitos dos tratamentos. Tais atributos de solo promoveram uma maior diversidade de espécies. Das 57 espécies do BSS2, 52 aparecem no grupo I, que possui 67,67% da quantidade total de sementes da área de estudo, sendo que apenas 3,62% das sementes do grupo I são de capim-annoni-2. As outras são mais afetadas por processos erosivos. O grupo III, constituído pelas subparcelas 12, 13 e 16, apresentou características de baixo estabelecimento das espécies introduzidas. Este grupo localizou-se no setor mais erodido do estudo refletindo o baixo número de sementes encontrada, 6,24% do total. Deste percentual 58,33% representado pelo capim-annoni-2, mostrando a rusticidade e adaptabilidade desta espécie em ocupar áreas degradadas.

A condensação das informações de semelhanças ecológicas em cada eixo é responsável pela ordenação das amostras (Valentin, 2000). A ordenação dos dados apresentou o diagrama de dispersão com localização das subparcelas e espécies em correlações acima de 0,6 com os eixos I e II (Figura 2). O eixo I explica 32,3% da variância dos dados e o eixo II, 21,6%. Portanto, o diagrama representa 53,9% da variação total das unidades amostrais. A ordenação confirma o observado no agrupamento (quatro grupos nítidos). No eixo I correlacionaram-se positivamente: *Hybanthus parviflora* (0,65) e *Eragrostis plana* (0,64). Associadas negativamente têm-se: *Callitriche deflexa* (-0,82); *Sisyrinchium micrantum* (-0,80) e *Mollugo verticillata* (-0,65). No eixo II: *Eragrostis plana* (0,73) e negativamente: *Gamochoaeta spicata* (-0,74) e *Wahlenbergia linariodes* (-0,68). O grupo 2 é onde se encontrará maior BSS do capim-annoni-2, sendo representado pelas unidades amostrais (9, 10, 11, 14, 17, 18, 19, 20, 21), de acordo com o dendrograma de agrupamento. Os eixos de ordenação apresentaram tendência à significância a partir de teste de autoreamostragem (bootstrap) com o limiar de 0,1.

Avaliou-se ainda o nível de congruência ou correlação matricial entre o segundo BSS e os atributos de solo (Figura 3). O nível de correlação varia no intervalo de 0 a 1 e indica quais as variáveis que estão relacionadas com a composição do BSS. As correlações de variáveis cumulativas situaram-se entre 0,58 com o fator zinco (Zn) a 0,46 com todas as variáveis. Os atributos mais significativos foram: zinco, saturação do alumínio da CTC, CTC e fósforo. Este resultado demonstra a nítida relação entre BSS e alguns atributos de solo, refletindo nos impactos nas margens viárias com surgimento de mosaicos de níveis fertilidade e conseqüente interferência no BSS.

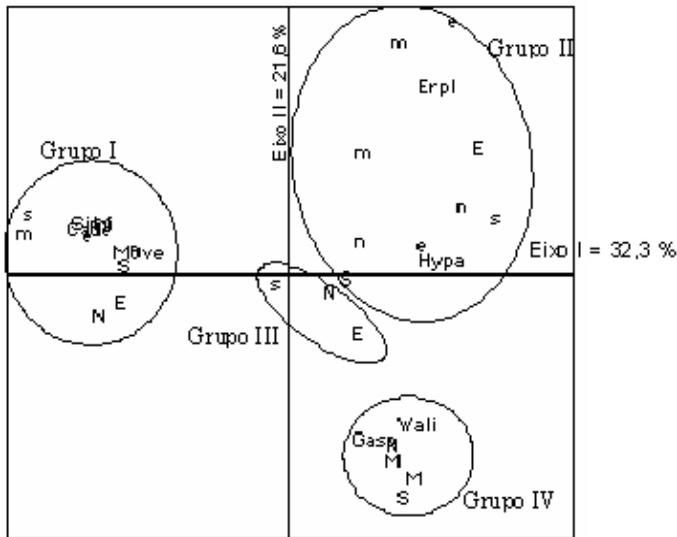


FIGURA 2. Diagrama de dispersão com correlações maiores do que 0,6, obtido por análise das coordenadas principais (PCOA), com base em distância de corda e dados do segundo BSS, nos eixos I e II, explicando 53,9% das variações no BSS, e os quatro grupos formados: Hypa (*Hybanthus parviflora*), Erpl (*Eragrostis plana*), Cade (*Callitriche deflexa*), Simi (*Sisyrinchium micranthum*), Move (*Mollugo verticillata*), Gasp (*Gamochaeta spicata*) e Wali (*Wahlenbergia linarioides*). Margem de rodovia, Fazenda São Lucas, Rio Pardo / RS, 2006.

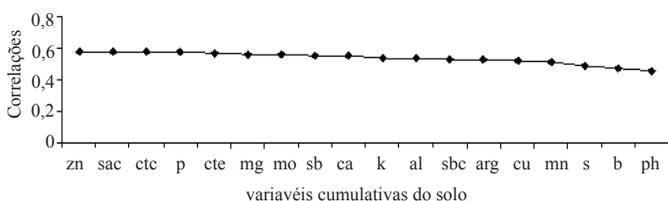


FIGURA 3. Perfil de congruência máxima entre a variação do levantamento do segundo BSS e os atributos de solo. Sendo cumulativamente da esquerda para a direita: zn (zinco); sac (saturação do alumínio da cte efetiva); ctc (capacidade de troca de cátions); p (fósforo); cte (capacidade de troca de cátions efetiva); mg (magnésio); mo (molibdênio); sb (soma de bases); ca (cálcio); k (potássio); al (alumínio); sbc (soma de base da cte); arg (argila); cu (cobre); mn (manganês); s (enxofre); b (boro); ph (pH).

CONCLUSÕES

O acostamento viário apresenta 20% do BSS composto por espécies exóticas, nas quais o capim-annoni-2 se sobressai, sendo sua abundância estimulada pelos distúrbios no ambiente.

As espécies que mais inibem o BSS do capim-annoni-2 são *Setaria sphacelata* e *Megathyrsus maximus*, principalmente quando associada à subsolagem acompanhada de gradagem e adubação, podendo ser indicadas para controlar esta invasora em acostamento de rodovias.

O distúrbio provocado pelo preparo do solo com subsolagem seguido de gradagem e adubação promove maior redução do BSS de capim-annoni-2 do que subsolagem isolada.

A presença de sementes de um expressivo número de famílias e espécies botânicas no solo indica alto potencial de regeneração da vegetação nativa em acostamentos de rodovias dominadas por capim-annoni-2.

Os atributos de solo mais associados à composição do BSS são: zinco, saturação do alumínio da CTC, CTC e fósforo.

O BSS de capim-annoni-2 não apresenta padrão definido em função de sua grande amplitude de adaptabilidade ambiental, característica das espécies invasoras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fazenda São Lucas (Sr^a Nilza Barnetch e Sr. Alexandre Zarpellon), ao Sindicato Rural de Rio Pardo – RS, a CAPES e ao PROPESC/UFRGS pelo apoio logístico e ou financeiro.

REFERÊNCIAS

- BEKKER, R. M. **The ecology of soil seed banks in grassland ecosystems.** Amsterdam: VAN DENDEREN BV., 1998.193p.
- BOCCANELLI, S. I.; LEWIS, J. P. The seed bank of an old pampean prairie and relation with the standing vegetation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.12, p.1833-1840, 1994.
- BOLDRINI, I. I.; KAMPF, A. N. Composição botânica dos campos naturais das estações experimentais da secretaria da agricultura RS – relação ilustrada de gramíneas. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnica “Francisco Osório”**, Porto Alegre, v.4, p.233-266, 1977.

- CARÁMBULA, M. **Pasturas naturales mejoradas**. Montevideu: HEMISFERIO SUR, 1997. 524p.
- CAVERS, P. B. Seed banks: memory in soil. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 75, n.1 p.11-13, 1995.
- CONSTANZA, R. **Ecological economics: the science and management of sustentability**. New York:Columbia University Press, 1991.
- FENNER, M. Ecology of seed banks. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 507-528.
- FERREIRA, N. R.; MEDEIROS, R. B.; SOARES, G. L. G. Avaliação alelopática do Capim-Annoni-2 sobre a germinação de sementes de gramíneas perenes. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL GRUPO CAMPOS, 21., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA, 2006. 1CD-Rom. cod. 6-08.
- FORMAN, R. T. T.; HEANUE, K. **Road ecology – science and solutions**. Whashington: Island Press, 2002. 424p.
- FORMOSO, F. *Lotus corniculatus*: Performance forrajera y características agronómicas asociadas. **INIA**, Montevideo. Série Técnica n.2, p. 1-20, 1993.
- KISSMANN, K. G. **Plantas Infestantes e Nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1991. Tomo I. 603p.
- MEDEIROS, R. B.; FOCHT, T.; FERREIRA, N. R.; BRACK, S. C. F. 2004. Longevidade de Sementes de Eragrostis plana Nees em um Solo de Campo Natural. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical – Grupo Campos, XX. 28 a 30 de Setiembre, 2004. **Memorias...**Universidad de la Republica: Salto, Uruguay. p. 213-214.
- MEDEIROS, R. B.; FOCHT, T.; FERREIRA, N. R.; FREITAS, M. R.; MENEGON, L. L. Longevidade de sementes de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) num solo de campo natural da depressão central do RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTE, 14., 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Brasília: ABRATES, 2005. Publicado em Informativo ABRATES, Brasília, v. 15, p. 125-125.
- MEDEIROS, R. B.; STEINER, J. J. Influência de sistemas de rotação de sementes de gramíneas forrageiras temperadas na composição do banco de sementes invasoras no solo. **Revista brasileira de sementes**, Brasília, v. 24, n.1, p. 118-128, 2002.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p.
- PICKETT, S. T. A.; WHITE, P. S. **The ecology of natural disturbance and patch dynamics**. San Diego: Academic Press, 1985. 455p.
- PILLAR, V. D. P. **MULTIV**: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses – versão 2.4.2, Porto Alegre: Departamento de Ecologia da UFRGS, 2005 a.
- PILLAR, V. D. P. **SYNCSA**: software integrado para análise multivariada de comunidades baseada em caracteres, dados de ambiente, avaliação e testes de hipóteses – versão 2.2.4. Porto Alegre: Departamento de Ecologia da UFRGS, 2005b.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1979. 549p.
- REIS, J. C. L. Capim-Annoni-2: origem, morfologia, características, disseminação. In: REUNIÃO REGIONAL DE AVALIAÇÃO DE PESQUISA COM ANNONI-2, 1993, Bagé. **Anais...** Bagé: EMBRAPA-CPPSUL, 1993. d.7, p.5-19.
- REIS, J. C. L.; COELHO, R. W. **Controle do Capim-Annoni-2 em campos naturais e pastagens**. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, 2000. c.t,22, p.21, 2000.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A new version of the assistat – statistical assistance software. In: WORD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., Orlando, FL, USA. **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p. 393-396.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 107p.
- VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117p.