

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO BANCO DE SEMENTES EM UMA ÁREA DE FLORESTA TROPICAL SECA (CAATINGA) – PERNAMBUCO

Danielle Melo dos SANTOS¹

Kleber Andrade da SILVA²

Josiene Maria Falcão Fraga dos SANTOS¹

Clarissa Gomes Reis LOPES^{1,3}

Rejane Magalhães de Mendonça PIMENTEL⁴

Elcida de Lima ARAÚJO^{1,4}

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a variação espaço-temporal do banco de sementes em uma área de caatinga. O estudo foi realizado na estação do IPA, Caruaru-PE. O solo foi coletado nos finais das estações chuvosa de 2006 (setembro) e seca de 2007 (março), em 105 parcelas (35 no microhabitat plano, 35 no rochoso e 35 no ciliar) de 20x20cm e nas profundidades serrapilheira e solo de 0 a 5 cm. A densidade das sementes foi determinada pelo método de emergência de plântulas. Na estação chuvosa foram registradas 33 espécies (27 herbáceas e seis lenhosas) e na seca 23 (15 herbáceas e oito lenhosas). O número total de sementes na estação chuvosa (1220: 139 na serrapilheira e 1081 na profundidade 0-5 cm) foi significativamente maior do que na seca (918: 239 na serrapilheira e 679 na profundidade 0-5 cm). Na estação chuvosa, o número de sementes no ciliar (568) foi significativamente maior do que no plano (296) e no rochoso (356). Na seca, não houve diferença no número de semente entre o plano (177), rochoso (426) e ciliar (315). Este estudo aponta que a sazonalidade climática exerce influência na riqueza de espécies e no número de sementes presentes no solo da área de caatinga estudada. Além disso, a influência de microhabitats na densidade do banco de sementes varia no tempo. Este estudo descreve a influência interativa da sazonalidade e microhabitats na densidade do banco de sementes em apenas um ano, sendo necessários estudos *a posteriori* para verificar se este resultado se repete entre anos.

Palavras-chave - Banco de sementes, Sazonalidade, Caatinga.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the spatial-temporal variation of the seed bank in an area of Caatinga. The study was conducted at the station of the IPA, Caruaru-PE. The soil was collected at the end of the rainy seasons of 2006 (September) and drought of 2007 (March), on 105 plots (35 in microhabitat plane, 35 in the rocky and 35 in the ciliary) of

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos. 52.171-900, Recife-PE, Brasil. E-mail: danmelo_bio@hotmail.com, elcida@db.ufrpe.br.

² Universidade Federal de Pernambuco. Centro Acadêmico de Vitória, Bairro Bela Vista. 55.608-680, Vitória de Santo Antão-PE, Brasil.

³ Universidade Federal do Piauí - *Campus* Amílcar Ferreira Sobral. BR 343, Km 3,5. Bairro Meladão, Floriano-PI. 64800-000.

⁴ Departamento Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

20x20 cm and litter and soil at depths of 0 to 5 cm. the density of seeds was determined by the method of emergence. In the rainy season were recorded 33 species (27 herbaceous and six woody) and dry 23 (15 herbaceous and eight woody). The total number of seeds in the wet season (1220: 139 litter in 1081 and 0-5 cm in depth) was significantly greater than in dry (918: 239 in litter and 679 in depth 0-5 cm). In the rainy season, the number of seeds in the ciliary (568) was significantly higher than at plane (296) and the rocky (356). In drought, there was no difference in the number of seeds between the plane (177), rock (426) and ciliary (315). This study suggest that the seasonal climatic influence on the wealth of species and number of seeds in the soil of the Caatinga area of study. Furthermore, the influence of microhabitats on the density of the seed bank changes over time. This study describes the influence of seasonality and interactive microhabitats in the density of the seed bank in just one year; studies are needed later to see if this result is repeated between years.

Key-words: Seed Bank, Seasonality, Caatinga.

1. INTRODUÇÃO

O banco de sementes pode ser definido como sendo o estoque de sementes viáveis existentes no solo desde a superfície até as camadas mais profundas, em uma dada área e em um dado momento. O acúmulo de sementes no banco varia de acordo com a entrada (dispersão) e saída (germinação, morte) de sementes (ROBERTS & SIMPSON, 1989; BAKER, 1989; ALMEIDA-CORTEZ, 2004). O predomínio de sementes de espécies herbáceo-arbustivo presente no solo das florestas tropicais pode ser uma importante fonte de recrutamento de plântulas após alguma perturbação e auxiliar na regeneração das florestas (ALMEIDA-CORTEZ, 2004). A maioria dos trabalhos sobre o banco de sementes enfoca a importância econômica das sementes presentes no solo em áreas de agricultura e, pouca atenção tem sido dada ao papel do banco de sementes em habitats naturais. Além disso, a maioria dos estudos tem sido concentrada em solos temperados. Poucos têm investigado o banco de sementes em solos tropicais (WARR et al., 1993).

Na região nordeste do Brasil, florestas secas são bem representadas pela caatinga que se caracteriza por possuir um clima sazonal com uma curta estação chuvosa (três a seis meses) e uma estação seca mais prolongada (seis a nove meses) e precipitação média anual que varia de 252 a 1.200 mm (NIMER, 1979). As áreas de vegetação de caatinga, em geral, vêm sofrendo muita perturbação antrópica, sendo frequentemente utilizadas para o estabelecimento de atividades de agricultura ou utilizadas como áreas de pastagens nativas (ARAÚJO et al., 2007). Apesar da importância da existência de um banco de sementes para a regeneração de áreas antropizadas (ALMEIDA-CORTEZ, 2004), até o momento, o banco de sementes de áreas de caatinga só foi estudado apenas em quatro áreas

consideradas preservadas pelos pesquisadores (COSTA & ARAÚJO, 2003; PESSOA, 2007; MAMEDE & ARAÚJO, 2008; LOBO, 2008).

A literatura aponta que em áreas de floresta tropical seca, a densidade de sementes no banco varia em função da intensidade e duração do período chuvoso. Segundo Peters (2002), em áreas de deserto no sul dos Estados Unidos, a produção de sementes pelas gramíneas é uma função dos totais de chuva durante o ano. No nordeste do Brasil, Costa e Araújo (2003) registraram uma baixa densidade de sementes no banco do solo da caatinga e lançaram a hipótese da existência de uma relação direta entre os totais pluviométricos e a densidade de semente no solo. Em outras palavras o número de sementes viáveis no banco do solo esta relacionado aos totais pluviométricos. Na caatinga, além do total pluviométrico anual ser reduzido, as chuvas são irregularmente distribuídas, influenciando tanto as características dos microhabitats, como fertilidade do solo e a capacidade de retenção de água quanto os processos ecológicos e fisiológicos mantenedores da dinâmica das populações, como floração/frutificação, dispersão e germinação de sementes (ARAÚJO & FERRAZ 2003; LIMA et al. 2007; SANTOS et al. 2007; SANTOS et al. 2008; SILVA et al. 2009; LIMA et al. 2010; SILVA et al. 2010). De acordo com Caballero et al. (2008), as diferenças nas condições de estabelecimento no interior das florestas tropicais secas, podem favorecer na capacidade de retenção das sementes para formação do banco.

Diante do cenário exposto acima, esse estudo admite a hipótese de que existe heterogeneidade temporal (induzida pela sazonalidade climática regional) e espacial (induzida pelas diferenças de microhabitats) na composição florística e densidade de sementes do banco do solo, com menores quantitativos na estação seca. Para avaliar essa hipótese, este estudo visa identificar diferenças na diversidade de espécies e densidade de sementes no banco do solo entre as estações climáticas (chuvosa e seca) sob diferentes condições de microhabitats.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Estudos do local

O estudo foi realizado em uma área de caatinga protegida, localizada na Estação Experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA (8^o14'18"S e 35^o55'20"W, 535 m de altitude), em Caruaru, PE . O clima é estacional, com precipitação média anual de 710 mm e temperatura média de 22,7^o C. A estação chuvosa geralmente ocorre entre março e agosto e os demais meses são marcados pela seca. Esta

estacionalidade determina a deciduidade da flora lenhosa durante a estação seca e visibilidade das ervas apenas na estação chuvosa. O solo é podzólico Amarelo Eutrófico e a área é drenada pelo riacho Olaria, afluente do rio Ipojuca (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003, ARAÚJO et al. 2005a, ARAÚJO et al., 2005b; REIS et al., 2006).

Na estação existem microhabitats ciliar, planos e rochosos. O ciliar corresponde á faixa de terreno com inclinação suave ás margens do riacho Olaria, sem considerar a parte do leito onde corre água na época de maior precipitação. O microhabitat plano corresponde aos terrenos razoavelmente planos, sem maiores elevações e que distam até 150 m das margens do leito do Riacho. O rochoso corresponde aos locais com pequenos afloramentos rochosos, com área variando de 2 a 5 m² e altura de 0,1 a 1 m, que ocorrem como manchas distintas, entremeando o microhabitat plano (ARAÚJO et al., 2005a).

2.2. Amostragem do banco de sementes

A coleta do solo foi realizada no final da estação chuvosa (setembro de 2006) e no final da estação seca (março de 2007), em parcelas de 20x20 cm, sendo 35 em cada microhabitat. O número e o tamanho das unidades amostrais do banco de sementes seguiram o método proposto por Thompson (1986). As amostras foram coletadas em duas profundidades: serrapilheira e solo de 0-5 cm. No microhabitat rochoso, após a retirada da serrapilheira, a camada de 0-5 cm foi representada pelos sedimentos acumulados em cima dos afloramentos rochosos. Apenas uma parcela da área rochosa não apresentou a camada de 0-5 cm. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos pretos e etiquetadas por parcela e profundidade.

Cada amostra coletada foi distribuída em bandejas de isopor em casa de vegetação, sob temperatura ambiente e irrigada todos os dias. A determinação da densidade foi realizada pelo método de emergência de plântulas, fazendo-se o monitoramento diariamente, por um período de três meses. Foi adotado o método de emergência de plântulas devido ao tamanho reduzido das sementes do componente herbáceo (BROMN, 1992; CHRISTOFFOLETI & CAETANO, 1998; GASPARINO et al., 2006). A densidade foi expressa em sementes por metro quadrado (BASKIN & BASKIN, 1989). Após a emergência, as espécies identificadas foram retiradas das bandejas. As espécies não identificadas foram transplantadas para sacos de polietileno e monitoradas até obtenção de material reprodutivo, para identificação taxonômica correta da espécie.

2.3. Análise do banco de sementes

Diferenças no número de sementes entre a estação chuvosa e seca para cada profundidade (serrapilheira e solo de 0-5 cm) foram verificadas pelo teste Mann-Whitney com auxílio do programa Systat. Diferenças no número de sementes entre as profundidades serrapilheira e solo de 0-5 cm e entre microhabitats em cada estação (chuvosa e seca) foram verificadas pela sobreposição ou não do intervalo de confiança da mediana através de diagramas de caixa, usando o programa Systat (WILKINSON, 1990).

Para a determinação da riqueza florística do banco foram coletados indivíduos no estágio reprodutivo e realizada a identificação das espécies através de consultas em literatura específica, comparações com exsicatas depositadas nos herbários Prof. Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) e Dárdano de Andrade Lima (IPA) e auxílio de especialistas.

3. RESULTADOS

3.1. Composição florística do banco de sementes

A flora do banco de sementes na estação chuvosa esteve representada por 18 famílias, 21 gêneros e 33 espécies. Destas, uma morfoespécie, pertencente ao grupo das pteridófitas, não foi identificada. Oito foram identificadas apenas ao nível de família e duas ao nível de gênero. Das 33 espécies registradas, 27 são herbáceas e seis são lenhosas. Dentre as espécies herbáceas, *Commelina obliqua* e Euphorbiaceae sp1 ocorreram apenas no microhabitat rochoso e Convolvulaceae sp2, *Dactyloctenium aegyptium*, *Dioscorea polygonoides*, Poaceae sp1, Poaceae sp2, *Portulaca* sp1, *Portulaca* sp2, Pteridófitas sp1, Rubiaceae sp1 e *Cissus* sp ocorreram apenas no ciliar. As famílias com maior número de espécies herbáceas foram Poaceae (5) e Portulacaceae (4). As espécies *Acacia paniculata* (ocorrência nos três microhabitats), *Anadenanthera macrocarpa* (rochoso), *Bauhinia cheilantha* (plano), Cactaceae sp1 (plano e ciliar), Cactaceae sp2 (ciliar) e *Commiphora leptophloeos* (ciliar) pertencem ao estrato arbustivo/ arbóreo (Tabela 1).

Já na estação seca a flora esteve representada por 14 famílias, 12 gêneros e 23 espécies. Destas, quatro morfoespécies, não foram identificadas. Quatro foram identificadas apenas ao nível de família e uma ao nível de gênero. Das 23 espécies registradas, 15 são herbáceas e oito são lenhosas. Dentre as espécies herbáceas, *Phaseolus peduncularis* ocorreu apenas no microhabitat rochoso e *Commelina obliqua*, *Berdugea* sp, *Portulaca* sp, *Molugo verticillata*, *Acacia paniculata*, ocorreram apenas no ciliar. A família com maior número de espécies herbáceas foi Portulacaceae (3) (Tabela 2).

Tabela 1. Composição florística e número de sementes por espécie e por microhabitat do solo coletado no final da estação chuvosa, em uma área de caatinga, município de Caruaru, PE. Hab = hábito; Er = erva; Ar = árvore; Arb = arbusto; Er/Tr = erva trepadeira; P = plano; R = rocha; C = ciliar.

Familia/Espécie	Hab	Serrapilheira			0 – 5cm		
		P	R	C	P	R	C
Amaranthaceae							
<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	Er	2	3	1	4	2	-
Asteraceae							
<i>Bidens bipinata</i>	Er	3	4	-	-	2	4
<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	Er	20	10	3	109	68	170
Begoniaceae							
<i>Begonia</i> L.	Er	-	2	16	-	-	8
Burceraceae							
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillet	Ar	-	-	1	-	-	1
Cactaceae							
Cactaceae sp1	Arb	-	-	-	4	-	3
Cactaceae sp2	Arb	-	-	-	-	-	3
Commelinaceae							
<i>Callisia repens</i> (Jacq)L.	Er	-	-	-	-	1	8
<i>Commelina obliqua</i> Vahl	Er	-	1	-	-	-	-
Convolvulaceae							
Convolvulaceae sp1	Er	1	-	-	1	-	1
Convolvulaceae sp2	Er	-	-	-	-	-	2
Cyperaceae							
<i>Cyperus uncinulatus</i> Scrad. ex. Nees	Er	-	-	1	1	6	22
Dioscoreaceae							
<i>Dioscorea polygonoides</i> Humb. & Bonpl. ex. Willd	Er	-	-	-	-	-	3
Euphorbiaceae							
Euphorbiaceae sp1	Er	-	1	-	-	-	-
Fabaceae							
<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	Er	-	-	-	2	1	-
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Arb	-	-	-	1	-	-
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenam	Ar	-	-	-	-	1	-
<i>Phaseolus peduncularis</i> W.P.C Barton.	Er	1	1	1	14	27	8
Malvaceae							
<i>Pseudabutilon spicatum</i> (Kunth.) R.E.Fr	r	-	-	-	1	4	-
Mimosaceae							
<i>Acacia paniculata</i> Willd	Ar	1	1	1	3	-	1
Poaceae							
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Er	-	-	-	-	-	1
<i>Panicum trichoides</i> SW.	Er	1	1	2	85	27	61
<i>Panicum venezuelae</i> Hack.	Er	-	1	-	2	4	2
Poaceae sp1	Er	-	-	-	-	-	1

Familia/Espécie	Hab	Serrapilheira			0 – 5cm		
		P	R	C	P	R	C
Poaceae sp2	Er	-	-	-	-	-	2
Portulacaceae							
Portulaca sp1	Er	-	-	-	-	-	2
Portulaca sp2	Er	-	-	-	-	-	1
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn	Er	-	-	-	2	2	-
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd	Er	2	1	1	23	7	11
Rubiaceae							
Rubiaceae sp1	Er	-	-	-	-	-	1
Selaginellaceae							
<i>Selaginella sulcata</i> (Desv.) Spring	Er	-	-	-	-	-	1
Urticaceae							
<i>Pilea hyalina</i> Fenzl.	Er	1	33	21	12	145	195
Vitaceae							
<i>Cissus</i> L.	Er/Tr	-	-	-	-	-	1

De uma maneira geral, as espécies com maior número de indivíduos foram semelhantes entre os três microhabitats. Na estação chuvosa cinco espécies que se destacaram no plano foram *Delilia biflora* (129 indivíduos), *Panicum trichoides* (86), *Talinum triangulare* (25), *Phaseolus peduncularis* (15) e *Pilea hyalina* (13). No rochoso, foram *Pilea hyalina* (178), *Delilia biflora* (78), *Panicum trichoides* (28), *Phaseolus peduncularis* (28) e *Talinum triangulare* (8). No ciliar foram *Pilea hyalina* (216), *Delilia biflora* (173), *Panicum trichoides* (63), *Begonia reniformis* (24) e *Cyperus uncinulatus* (23) (Tabela 1).

Já na estação seca no plano foram *Pilea hyalina* (84 indivíduos), *Panicum trichoides* (61), *Delilia biflora* (16), *Talinum triangulare* (6) e Euphorbiaceae sp1 (3). No rochoso, foram *Pilea hyalina* (391), *Delilia biflora* (14), *Panicum trichoides* (13), *Talinum triangulare* (2). No ciliar foram *Pilea hyalina* (200), *Panicum trichoides* (55), *Cyperus uncinulatus* (10) e *Begonia reniformis* (9) (Tabela 2).

Tabela 2. Composição florística e número de sementes, por espécie e por microhabitat, do solo coletado no final da estação seca, em uma área de caatinga, município de Caruaru, PE (Hab = hábito; Er = erva; Ar = árvore; Arb = arbusto; Er/Tr = erva trepadeira; P = plano; R = rocha; C = ciliar).

Família/Espécie	Hab	Serrapilheira			0 - 5 cm		
		P	R	C	P	R	C
Asteraceae							

<i>Bidens bipinata</i>	Er	-	-	1	1	-	-
<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	Er	4	3	3	12	11	8
Begoniaceae							
<i>Begonia</i> L.	Er	-	-	-	-	1	9
Cactaceae							
Cactaceae sp1	Arb	-	-	-	1	-	4
Commelinaceae							
<i>Callisia repens</i> (Jacq) L.	Er	-	-	-	2	1	3
<i>Commelina obliqua</i> Vahl	Er	-	-	-	-	-	1
Cyperaceae							
<i>Cyperus uncinulatus</i> Scrad. ex. Nees	Er	2	-	1	-	-	1
Dioscoreaceae							
<i>Dioscorea coronata</i> Hauman	Er	-	-	1	-	1	-
Euphorbiaceae							
Euphorbiaceae sp1	Er	-	-	-	3	-	-
Fabaceae							
<i>Phaseolus peduncularis</i> W.P.C Barton.	Er	-	-	-	1	-	-
Malvaceae							
Malvaceae sp1	Er	-	-	1	-	-	5
Mimosaceae							
<i>Acacia paniculata</i>	Ar	1	1	1	3	-	-
Moluginaceae							
Molugo sp	Er	-	-	-	-	-	2
Poaceae							
<i>Panicum trichoides</i> SW.	Er	11	5	1	50	8	0
Portulacaceae							
Portulaca sp1	Er	-	-	1	-	-	-
Portulaca sp2	Er	-	-	-	-	-	1
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd	Er	-	-	-	6	2	1
Urticaceae							
<i>Pilea hyalina</i> Fenzl.	Er	30	143	27	54	248	173
Morfoespécie 4	Ar	-	-	1	-	1	-
Morfoespécie 5	Ar	-	-	1	-	-	-

Tabela 2. Continuação

Morfoespécie 6	Ar	-	-	-	-	-	2
Morfoespécie 7	r	-	-	-	-	-	1

3.2. Variação sazonal e densidade do banco de sementes

O banco de sementes na estação chuvosa apresentou densidade total de 291 sem.m⁻² com o total de 1220 sementes. A densidade registrada na serrapilheira foi de 33 sem.m⁻² (com 139 sementes), enquanto no solo de 0-5 cm de profundidade foi 257 sem.m⁻² (com 1081). O microhabitat plano apresentou um total de 296 sementes, o rochoso 356 e o ciliar 568. Na estação seca o banco de sementes apresentou 219 sem.m⁻² com o total de 918 sementes. A densidade registrada na serrapilheira foi de 57 sem.m⁻² (com 239 sementes), enquanto no solo de 0-5 cm de profundidade foi 167 sem.m⁻² (com 679). O microhabitat plano apresentou uma total de 177 sementes, o rochoso 426 e o ciliar 315 (Tabela 3).

Tabela 3. Número de sementes por microhabitat, profundidade e estação climática em uma área de caatinga, município de Caruaru, PE. S = serrapilheira.

Microhabitats	Chuva			Seca		
	S	0-5 cm	Total	S	0-5 cm	Total
Plano	32	264	296	47	130	177
Rochoso	59	297	356	151	275	426
Ciliar	48	520	568	41	274	315

Não houve diferença significativa ($U = 4993,5$; $p = 0,21$) entre a estação chuvosa e seca na profundidade serrapilheira. No entanto, a diferença no número de sementes entre estações na profundidade solo de 0-5 cm foi significativa ($U = 3524$; $p < 0,01$).

Na estação chuvosa, o número de sementes entre as profundidades serrapilheira e solo de 0-5 cm foi diferente. Não existe diferença no número de sementes entre as profundidades na estação seca. Durante o período chuvoso o número de semente diferiu entre os microhabitats. No entanto apenas o ciliar diferiu significativamente do plano e do rochoso. Durante o período seco, não houve diferença significativa no número de sementes entre os microhabitats (Figura 1).

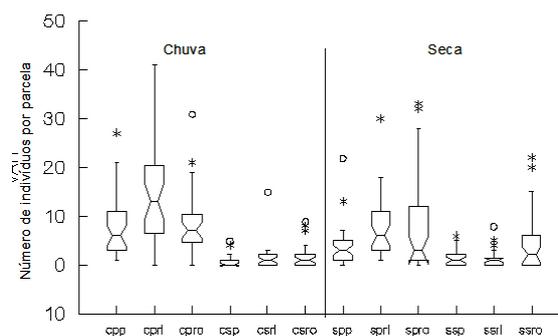


Figura 1. Distribuição do número de sementes por microhabitat, profundidade e estação climática em uma área de caatinga, município de Caruaru, PE. A caixa do box-plot = 50% dos dados coletados; barras superior e inferior = 25% da variação dos dados; * = pontos extremos nos dados coletados; o = pontos mais que extremos entre os dados coletados; linha no interior da caixa = mediana da distribuição dos dados; estreitamento ao redor da mediana = intervalo de confiança da mediana. A não sobreposição do intervalo de confiança da mediana entre distribuições indica diferença significativa entre as mesmas a 5% de probabilidade (Wilkinson 1992). cpp = estação chuvosa, profundidade solo 0-5 cm, plano; cpri = estação chuvosa, profundidade solo 0-5 cm, ciliar; cpro = estação chuvosa, profundidade solo 0-5 cm, rochoso; csp = estação chuvosa, serrapilheira, plano; csri = estação chuvosa, serrapilheira, ciliar; csro = estação chuvosa, serrapilheira rochoso; spp = estação seca; profundidade solo 0-5 cm, plano; sprri = estação seca; profundidade solo 0-5 cm, ciliar; spro = estação seca; profundidade solo 0-5 cm, rochoso; ssp = estação seca, serrapilheira, plano; ssri = estação seca, serrapilheira, ciliar; ssro = estação seca, serrapilheira, rochoso.

4. DISCUSSÃO

4.1. Composição florística do banco de sementes

A riqueza florística do banco de sementes tanto na estação chuvosa quanto na estação seca foi inferior à encontrada no levantamento florístico e de estrutura do componente herbáceo realizado na mesma área por Reis et al. (2006). Também foi inferior à registrada em duas áreas de caatinga (COSTA & ARAÚJO, 2003; MAMEDE & ARAÚJO, 2008) em outras áreas de florestas seca (HENDERSON et al., 1988; GUO et al., 1998; PUGNAIRE & LAZARO, 2000; LÓPEZ, 2003; TRABA et al., 2006; CABALLERO et al., 2003, 2005, 2008), floresta úmida (BAIDER et al., 1999; ONAINDIA & AMEZAGA, 2000; WILLIAMS et al., 2005; SOUZA et al., 2006; SENA et al., 2007; SHEN et al., 2007) e matas ciliares (GROMBONE-GUARATINI & RODRIGUES, 2002, GROMBONE-

GUARATINI et al., 2004; GASPARINO et al., 2006). No entanto, foi superior à riqueza encontrada por Aziz e Khan (1995) em uma área costeira semi-árida no Paquistão, por Ghermandi (1997), em uma área de floresta seca na patagônia, e por Pessoa (2007), em uma área de caatinga.

As famílias com maior riqueza de espécies herbáceas foram semelhantes ao encontrado em outros estudos realizados na caatinga (ARAÚJO et al., 2002; ARAÚJO et al., 2005a; REIS et al., 2006; PEREIRA et al., 2007; MAMEDE & ARAÚJO, 2008; LOBO, 2008; SILVA et al., 2009). Em relação ao elevado número de espécies herbáceas registradas neste estudo, este número foi semelhante ao registrado em áreas de caatinga (COSTA & ARAÚJO, 2003; SILVA et al., 2005a; PESSOA, 2007; MAMEDE & ARAÚJO, 2008; LOBO, 2008) e em outros ecossistemas no Brasil (BAIDER et al., 1999; GROMBONE-GUARATINI et al., 2004; GASPARINO et al., 2006; SOUZA et al., 2006) e no mundo (HENDERSON et al., 1988; COFFIN & LAUENROTH, 1989; WARR et al., 1993; GHERMANDI, 1997; FACELLI et al., 2005; CABARELLO et al., 2003, 2005; SHEN et al., 2007). No entanto, foi quase o triplo do percentual registrado em uma área de deserto na Bolívia (LÓPEZ, 2003).

As espécies lenhosas encontradas no banco foram semelhantes as registradas nos estudos feitos na mesma área (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003; ARAÚJO et al., 2005b). Porém, a riqueza de espécies lenhosas foi inferior a encontrada em trabalhos realizados na caatinga (ALCOFORADO-FILHO et al., 2003) em outros ecossistemas brasileiros (BAIDER et al., 1999; GROMBONE-GUARATINI & RODRIGUES, 2002; GROMBONE-GUARATINI et al., 2004; GASPARINO et al., 2006; SOUZA et al., 2006) e em outros ecossistemas no mundo (GUO et al., 1998; LÓPEZ, 2003; ONAINDIA & AMEZAGA, 2000; TRABA et al., 2006; SHEN et al., 2007).

Em adição, neste estudo foi verificado que a riqueza de espécies durante o período seco foi menor. Esta diminuição na riqueza de espécies em períodos de baixa disponibilidade hídrica, também foi observada em uma área de floresta tropical seca no sudeste da Espanha (PUGNAIRE & LAZARO, 2000), numa floresta úmida na Espanha (ONAINDIA & AMEZAGA, 2000) e no Mediterrâneo (TRABA et al., 2006).

As famílias com maior riqueza de espécies são diferentes entre os três microhabitats. Além disso, os microhabitats plano, rochoso e ciliar apresentaram espécies que só ocorreram nestes ambientes (Tabelas 1 e 2). Possivelmente, isto pode ser um reflexo da variação nas condições de estabelecimento das plantas. Segundo Araújo et al. (2005a), a heterogeneidade de habitats associada à sazonalidade climática exerce influencia na

riqueza e distribuição de espécies herbáceas da caatinga, existindo grupos de espécies preferenciais, exclusivos e de ampla ocorrência.

4.2. Variação sazonal e espacial do banco de sementes

O número de sementes encontradas neste estudo foi inferior ao valor registrado em áreas de caatinga (COSTA & ARAÚJO, 2003; PESSOA, 2007; MAMEDE & ARAÚJO, 2008; LOBO, 2008), em áreas úmidas (BAIDER et al., 1999; ONAINDIA & AMEZAGA, 2000; SENA et al., 2007; SHEN et al., 2007), e em áreas semi-áridas (GHERMANDI, 1997; LÓPEZ, 2003 CABARELLO et al., 2003, 2005,2008).

Nas amostras da estação chuvosa foi visto que o número de sementes presentes no solo foi maior na profundidade 0-5 cm, diferindo significativamente da profundidade serrapilheira. Este resultado é oposto ao encontrado por Costa & Araújo (2003) em uma área de Caatinga no Ceará.

Os resultados deste estudo apontam para uma redução sazonal significativa na densidade de sementes (Figura 1). Em áreas de floresta seca no sul da Espanha (CABARELLO et al., 2003, 2005) e em áreas de deserto na china (WANG et al., 2005) a redução no número de sementes no solo está relacionada à morte e/ou o período de emergência das plântulas. No entanto, a diminuição registrada neste trabalho pode ser justificada pelos totais pluviométricos que podem influenciar a floração e frutificação das plantas e, conseqüentemente, o número de sementes que chegam ao solo (LIMA et al., 2007; SILVA et al., 2010; LIMA et al., 2010).

A literatura aponta que em áreas de floresta tropical seca, a densidade de sementes no banco varia em função da intensidade e duração do período chuvoso. Segundo Peters (2002), em áreas de deserto no sul dos Estados Unidos, a produção de sementes pelas gramíneas é uma função dos totais de chuva durante o ano. Em outras palavras o número de sementes viáveis que chegam ao banco do solo é diretamente proporcional aos totais pluviométricos. Em adição, a menor densidade registrada nos desertos da América do Sul foi 5000 sem.m⁻² (LÓPEZ, 2003). No entanto, em anos atípicos, ou seja, com precipitação bem abaixo da média, López, (2003) observou que os valores de densidade variam de 1157 a 1651 sem.m⁻². Em áreas de floresta tropical seca no sul da Austrália, Facelli et al. (2005) também observaram que o número de sementes no solo diminui com a redução da disponibilidade hídrica. No Brasil, Costa & Araújo (2003) acreditam que a densidade de sementes no banco, em áreas de caatinga, também varie em função da intensidade e duração do período chuvoso.

Por outro lado, em uma região semi-árida da Bolívia (LÓPEZ, 2003) e em uma área de floresta tropical seca, na Argentina (MAYOR et al., 1999) não foi registrada diferença significativa no número total de sementes entre estações climáticas. No entanto, em 2003, Mayor et al., na mesma área de estudo, encontraram variação no número de sementes no solo entre estações.

Em relação aos microhabitats, foi visto que as diferenças nas condições de estabelecimento da área influenciaram na densidade de sementes. No entanto, esta diferença só foi observada para a estação chuvosa e apenas no microhabitat ciliar. Possivelmente, existe uma ligação direta entre o maior número de sementes encontrado no solo apenas na estação chuvosa com a proximidade do riacho Olaria. Já que durante a estação chuvosa o volume de água no riacho é maior, as sementes podem ser transportadas mais facilmente através do curso do rio ficando retida nas margens da área amostrada deste estudo. Também durante esta estação, a água proveniente das chuvas pode derrubar os frutos das árvores e arbustos localizados no microhabitat ciliar, ficando armazenados no solo. E ainda, esse maior número de sementes na estação chuvosa pode ser explicado pelo pico de floração da maioria das herbáceas que ocorrerem neste período (PEREIRA et al., 1989; LIMA et al., 2007), pois já que esse grupo corresponde a maior parte da fitodiversidade da caatinga (ARAÚJO et al., 2002), suas sementes contribuem significativamente para o elevado número de sementes encontrado durante a estação chuvosa.

Outros trabalhos realizados com o intuito de verificar influência das variações espaciais na densidade de sementes constataram que realmente existe uma diferença nas densidades das sementes em determinadas condições locais. Em uma floresta seca, Caballero et al. (2003) observaram que ao longo do gradiente de altitude (topo, declive e base de uma montanha), a densidade de sementes foi maior na base da montanha. Na estação chuvosa, a densidade de sementes presente no solo do microhabitat plano e rochoso foi inferior quando comparado com o ciliar. Essa variação pode ser um reflexo das condições específicas de cada ambiente. Os microhabitats plano e rochoso, em geral, são formados por áreas mais abertas, sem a cobertura contínua formada pela copa das árvores, deixando o solo mais exposto às ações da natureza como ventos, predação por aves ou até mesmo o impacto da chuva diretamente no solo levando as sementes que ficam nas camadas mais superiores do substrato.

Estes resultados apontam que estudos sobre variação espaço-temporal do banco de sementes devam ser realizados em um período maior, para que se possam descrever os possíveis modelos de dinâmica de sementes no solo das florestas tropicais secas.

5. CONCLUSÕES

Estes resultados apontam que a sazonalidade climática exerce influência sobre o número de sementes no solo da caatinga estudada, mas este efeito é mais forte na profundidade de 0-5 cm, uma vez que ocorrem diferenças significativas na densidade de sementes no solo entre as estações climáticas. Além disso, foram visualizadas diferenças na densidade de sementes entre os habitats, mas o fator que determina esta variação não foi mensurado neste estudo.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro (478087/2004-7) e pela concessão de bolsa de doutorado; à FACEPE pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica, à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA e à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pelo apoio logístico; e aos pesquisadores do Laboratório de Ecologia Vegetal dos Ecossistemas Nordestinos (LEVEN-UFRPE) pela ajuda na coleta e processamento dos dados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOFORADO-FILHO, F.G.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N. 2003. Florística fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 287-303.

ALMEIDA-CORTEZ, J.S. 2004. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**, Recife. pp. 225-235.

ARAÚJO, E.E.; CASTRO, C.C; ALBUQUERQUE, U.P. 2007. Dynamics of Brazilian caatinga – A review concerning the plants, environment and people. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, p. 15-28.

ARAÚJO, E.L.; SILVA, K.A.; FERRAZ, E.M.N.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVA, S.I. 2005a. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru-PE. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 285-294.

ARAÚJO, E.L.; MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. 2005b. Establishment and death of two dry tropical forest woody species in dry and rainy seasons in northeastern Brazil. Pp.

76-91. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E. de L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. (Org.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: MXM Gráfica e Editora.

ARAÚJO, E.L.; FERRAZ, E.M. N. 2003. Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na caatinga: estado atual do crescimento. In: Claudino Sales, V. (Org.) **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação**. Expressão Gráfica, Fortaleza.

ARAÚJO, E.L.; SILVA, S.I.; FERRAZ, E.M.N. 2002. Herbáceas da caatinga de Pernambuco. Pp.183-206. In: SILVA, J.M.; TABARELLI, M. (Org.). **Diagnóstico da biodiversidade do estado de Pernambuco**. Recife. Editora Massagana.

AZIZ, S.; KHAN A. 1996. Seed bank dynamics of a semi-arid coastal shrub community in Pakistan. **Journal of Arid Environments**, v. 34, p. 81-87.

BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. 1999. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 319-328.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. 1998. **Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 230p.

BAKER, H.G. 1989. Some aspects of the natural history of seed banks. Pp. 9-21. In: LECK, M.A.; PARKER, T.V.; SIMPSON, R.L.A.F. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**, New York.

BROMN, D. 1992. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Can. J. Bot.**, v. 70, p. 1603-1612.

CABALLERO, I.; OLANO, J.M.; LOIDI, J.; ESCUDERO, A. 2003. Seed bank structure along a semi-arid gypsum gradient in central Spain. **Journal of Environments**, v. 55, p. 287-299.

CABALLERO, I.; OLANO, J.M.; LUZURIAGA, A.L.; ESCUDERO, A. 2005. Spatial coherence between seasonal seed banks in a semi-arid gypsum community: density changes but structure does not. **Seed Science Research**, v. 15, p. 153-160.

CABALLERO, I.; OLANO, J.M.; ESCUDERO, A.; LOIDI, J. 2008. Seed bank spatial structure in semi-arid environments: beyond the patch-bare area dichotomy. **Plant Ecology**, v. 195, p. 215–223.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; CAETANO, R.S.X. 1998. Soil seed bank. **Sci. Agric.**, v. 55, p. 74-78.

CONFFIN, P.D; LAUENROTH, K.W. 1989. Spatial and temporal variation in the seed bank of a semiarid grassland. **Journal of Botany**, v. 76, p. 53-58.

COSTA, R.C.; ARAÚJO, F.S. 2003. Densidade, germinação e flora do banco de sementes do solo no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 259-264.

FACELLI, J.M.; CHESSON, P.; BARNES, N. 2005. Differences in seed biology of annual plants in arid lands: a key ingredient of the storage effect. **Ecology**, v. 86, p. 2998-3006.

GASPARINO, D.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SOUZA, I. 2006. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, v. 30, p. 1-9.

GHERMANDI, L. 1997. Seasonal patterns in the seed bank of a grassland in north-western, Patagonia. **Journal of Arid Environments**, v. 35, p. 215-224.

GROMBONE-GUARATINI, M.T.; RODRIGUES, R.R. 2002. Seed bank and seed rain in seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 759-774.

GROMBONE-GUARATINI, M.T.; LEITÃO-FILHO, H.F.; KAGEYAMA, Y. 2004. The seed bank of a gallery forest in southeastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 1, p. 793-797

GUO, Q; RUNDEL, P.W. GOODALL, D.W. 1998. Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: patterns, causes, and implications. **Journal of Arid Environments**, v. 38, p. 465-478.

HENDERSON, B.C; PETERSEN, K.E; REDAK, R.A. 1988. Spatial and temporal patterns in the seed bank and vegetation of a desert grassland community. **Journal of Ecology**, v. 76, p. 717-728.

LIMA, E.N.; ARAÚJO, E.L.; FERRAZ, E.M.N.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVA, K.A.; PIMENTEL, R.M.M. 2007. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da caatinga. **Revista de Geografia**, 24: 124-141.

LIMA, E.N.; SILVA, K.A.; SANTOS, J.M.F.F.; ANDRADE, J.R.; SANTOS, D.M.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L. 2010. Influência da sazonalidade na fenologia e na dinâmica populacional da *Euphorbia insulana* Vell. (Euphorbiaceae) em uma área de caatinga, Pernambuco. Pp. 365-384. In: ALBUQUERQUE, U.P., MOURA, A.N., ARAÚJO, E.L. (Orgs.). **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Bauru SP: Bauru.

LOBO, P.C.A 2008 Análise do banco de sementes de uma área de caatinga-PE após simulação de seca. **Monografia** (Bacharelado em Ciências Biológicas) Universidade de Pernambuco, Recife. 34p.

LÓPEZ, R.P. 2003. Soil seed bank in the semi-arid Prepuna of Bolivia. **Plant Ecology**, v. 168, p. 85-92.

MAMEDE, M.A.; ARAÚJO F.S. 2008. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of caatinga vegetation in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 458-470.

MAYOR, M.D.; BÓO, M.R.; PELÁEZ, V.D.; ELÍA, R.O. 1999. Seasonal variation of the seed bank of *Medicago minima* and *Erodium cicutarium* as related to grazing history and presence of shrubs in central Argentina. **Journal of Arid Environments**, v. 43, p. 205-212.

MAYOR, M.D.; BÓO, M.R.; PELÁEZ, V.D.; ELÍA, R.O. 2003. Seasonal variation of the soil seed bank of grasses in central Argentina as related to grazing and shrub cover. **Journal of Arid Environments**, v. 53, p. 467-477.

NIMER, E. 1979. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: Fundação IBGE – SUPREN. **Recursos Naturais e Meio Ambiente**, 4.

ONAINDIA, M.; AMEZAGA, I. 2000. Seasonal variation in the seed banks of native woodland and coniferous plantations in Northern Spain. **Forest Ecology and Management**, v. 126, p. 163-172.

PEREIRA, R.M.A.; FILHO, J.A.A.; LIMA, R.V.; PAULINO, F.D.G.; LIMA, A.O.N.; ARAÚJO, Z.B. 1989. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciência Agrônômica**, v. 20, p. 11-20.

PEREIRA, V.F.; ARAÚJO, E.L.; SILVA, K.A.; LIMA, E.N.; ANDRADE, J.R.; PIMENTEL, R.M.M. 2008. Associações entre espécies herbáceas em uma área de caatinga de Pernambuco. **Revista de Geografia**, v. 25, p. 6-26.

PESSOA, L.M. 2007. Variação espacial e sazonal do banco de sementes do solo em uma área de caatinga, Serra Talhada, PE. **Dissertação** (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 45p.

PETERS, D.P.C. 2002. Plant species dominance at a grassland-Shrubland ecotone: and individual-based gap dynamics model of herbaceous and species woody. **Ecological Modeling**, v. 152, p. 5-32.

PUGNAIRE, F.I.; LÁZARO, R. 2000. Seed bank and understory species composition in a semi-arid environment: the effect of shrub age and rainfall. **Annals of Botany**, 86: 807-813.

REIS, A.M.S.; ARAÚJO, E.L.; FERRAZ, E.M.N.; MOURA, A.N. 2006. Variações interanuais na florística e fitossociologia do componente herbáceo de uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 3, p. 497-508.

ROBERTS, H.A; SIMPSON, R.L. 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. Pp. 3-7. In: LECK, M.A.; PARKER, T.V.; SIMPSON, R.L.A. F. (Eds.) Ecology of soil seed banks. New York.

SENA, J.S.; LEITÃO-FILHO, N; EZAWA, H.K.H. 2007. Variações temporais e espaciais no banco de sementes de uma floresta tropical úmida Amazônica. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 1, p. 207-209.

SHEN, Y.; LIU, W.; CAO, M.; LI, Y. 2007. Seasonal variation in density and species richness of soil seed-banks in karst forests and degraded vegetation in central Yunnan, SW China. **Seed Science Research**, v. 17, p. 99-107.

SANTOS, J.M.F.F.; SILVA, K.A.; LIMA, E.N.; SANTOS, D.M.; PIMENTEL, R.M.M.; ARAÚJO, E.L. 2009. Dinâmica de duas populações herbáceas de uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. **Revista de Geografia**, v. 26, p. 142-160.

SANTOS, J.M.F.F.; ANDRADE, J.R.; LIMA, E.N.; SILVA, K.A.; ARAÚJO, E.L. 2007. Dinâmica populacional de uma espécie herbácea em uma área de floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 855-857.

SILVA, K.A.; ARAÚJO, E.L.; FERRAZ, E.M.N. 2009. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia-PE. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, p. 100-110.

SILVA, K.A.; LIMA, E.N.; SANTOS, J.M.F.F.; ANDRADE, J. R.; SANTOS, D.M.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L. 2008. Dinâmica de gramíneas em uma área de caatinga de Pernambuco-Brasil. Pp. 105-129. In: MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P.. (Org.). **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: Comunigraf.

SILVA, K.A.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P.; FERRAZ, E.M.N. 2010. Fatores bióticos e ambientais que afetam a dinâmica de populações herbáceas de diversos tipos vegetacionais do mundo e na caatinga. Pp. 65-95. In: ALBUQUERQUE, U.P., MOURA,

A.N., ARAÚJO, E.L. (Org.). **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: Bauru.

SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; GRIFFITH, J.J.; MARTINS, S.V. 2006. Avaliação do banco de sementes contido na serrapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne**, v. 12, p. 56-67.

TRABA, J.; AZCÁRATE, F.M; PECO, B. 2006. The fate of seeds in Mediterranean soil seed bank in relation to their traits. **Journal of Vegetation Science**, v. 17, p. 5-10.

THOMPSON, K. 1986. Small-scale heterogeneity in the seed bank of an acidic grassland. **Journal of Ecology**, v.74, p.733-738.

WANG, S.M.; ZHANG, X.; LI, Y.; ZHANG, L.; XIONG, Y.C.; WANG, G. 2005. Spatial distribution patterns of the soil seed bank of *Stipagrostis pennata* (Trin.) de winter in the Gurbantonggut desert of North-West, China. **Journal of Arid Environments**, v. 63, p. 203-222.

WARR, S.J.; THOMPSON, K.; KENT, M. 1993. Seed banks as a neglected area of biogeographic research: a review of literature and sampling techniques. **Progress in Physical geography**, v. 17, p. 329-347.

WILKINSON, L. 1990. **Systat: the system for statisticians**. Evanston: Systat INC.

WILLIAMS, P.R.; CONGDON, R.A; GRICE, A.C; CLARKE, P.J. 2005. Germinable soil seed banks in a tropical savanna: seasonal dynamics and effects of fire. **Austral Ecology**, v. 30, p. 79-90.