



Status da vegetação de caatinga após a implantação das obras de integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional

André dos Santos Souza^{1*}, Reinaldo Farias Paiva de Lucena²,
Manoel Bandeira de Albuquerque³ e Juliano Ricardo Fabricante⁴

¹Discente de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife – PE, Brasil. e-mail: andresantosgba@hotmail.com

²Coordenador do Laboratório de Etnoecologia - LET e Docente do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia – PB, Brasil. e-mail: reinaldo@cca.ufpb.br.

³Docente do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais – Laboratório de Ecologia Vegetal, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia – PB, Brasil. e-mail: mbalbuquerque@yahoo.com.br

⁴ Discente de Pós Doutorado, Universidade Federal do Vale do São Francisco – Centro de Recuperação de Áreas Degradadas, Petrolina-PE, Brasil. e-mail: julianofabricante@hotmail.com

Artigo recebido em 12 dezembro 2013; aceito para publicação em 15 janeiro 2014; publicado 27 janeiro 2014

Resumo

Objetivou-se neste estudo analisar o estado real da situação que se encontram as obras do PISF, no que se diz respeito às alterações sofridas pela vegetação da caatinga. Cinco transectos aleatórios foram plotados ao lado do canal, e dentro destes foram demarcadas 10 parcelas de 10m x 20m. O levantamento resultou em 3685 indivíduos dos quais 2288 indivíduos foram regenerantes e 1397 adultos, pertencentes a 32 espécies, 30 gêneros e 15 famílias. De acordo com a similaridade de Jaccard, dois grupos foram formados, uns com indivíduos situados a distância de 0-100m em relação ao canal, representados na maioria por regenerantes e o outro aos 100-225m, correspondido na maioria por adultos. Observou-se neste último uma considerável elevação em relação ao número médio de espécies e indivíduos, evidenciando que as obras do PISF estão provocando a redução da fitodiversidade, favorecendo a formação de nichos vagos e o estabelecimento de espécies exóticas.

Palavras-chave: Degradação Ambiental, Invasão biológica, Transposição do Rio São Francisco.

Abstract

Status of caatinga vegetation after implantation of integration works of the São Francisco river with northeastern northern watershed: The objective of this study was to analyze the actual state of the works of PISF, about the changes suffered by the vegetation of the Caatinga. Five random transects were plotted alongside the canal, and within these 10 plots of 10m x 20m were marked. The survey resulted in 3685 individuals of which 2288 were regenerating and 1397 adults, belonging to 32 species, 30 genera and 15 families. According to Jaccard similarity, two groups were formed, the first with individuals located at a distance of 0-100m in relation to the channel, represented mostly by regenerating individuals, and the other in 100-225m, represented mostly by adults. It was observed in the latter a considerable increase relative to the average number of species and individuals, demonstrating that the works of PISF are causing a reduction of phytodiversity, favoring the formation of vacant niches and establishment of exotic species.

Keywords: Environmental Degradation, Biological Invasion, Sao Francisco River Transposition.

¹ *Autor para correspondência: andresantosgba@hotmail.com

Introdução

De acordo com Cavalcante (2009), a caatinga nordestina corresponde a uma formação savânica exclusivamente brasileira, cujo patrimônio biológico não pode ser encontrado em nenhum outro lugar do planeta. Rica em biodiversidade e espécies endêmicas, a Caatinga abriga animais e plantas adaptados às condições de semiáridade, típicas na região. Seus domínios abrangem cerca de 900 mil Km², correspondendo a 54% da região Nordeste e 11% do território brasileiro. Está compreendida entre os paralelos 2° 54' S e 17° 21' S e envolve áreas dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Piauí, Bahia e norte de Minas Gerais (Andrade et al. 2005). Seu processo de degradação teve início ainda no Brasil colônia juntamente com a expansão da pecuária no século XVII. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2007), até o ano de 1993, 201.786 km² das caatingas já tinham sido transformados em pastagens, terras agricultáveis e outros tipos de uso intensivo do solo.

Alves et al. (2008) afirmam que na maioria dos casos, estas atividades econômicas são acompanhadas de desmatamentos indiscriminados que associados à fragilidade natural dessa formação, trazem sérias consequências para os geótopos e para as biocenoses, como o comprometimento dos recursos hídricos, erosão, salinização e compactação dos solos, redução da diversidade biológica e da produção primária, entre outros.

Dentre os ecossistemas presentes na área, merece destaque os ecossistemas aquáticos que estão presentes no Rio São Francisco. Este rio nasce na Serra da Canastra em Minas Gerais e deságua entre Sergipe e Alagoas, possui 2,7 mil km de extensão e representa o principal rio do Nordeste (Moreira 2008), percorrendo os locais mais secos desta região, visto que a maior parte do seu curso está localizada na região semiárida e subúmida nordestina e serve como meio de subsistência para a população ali existente, que sofre diretamente com a seca e a falta de água (Ab' Saber 2005). Neste contexto, que leva em consideração a sua importância para a população, surgem muitos projetos que visam melhorar a qualidade de vida dos habitantes daquela região, dentre eles, o mais imponente é o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional, o qual contará com dois grandes eixos de integração, o Eixo Leste e o Eixo Norte. Embora tenha o intuito de garantir água às regiões que

sofrem com a seca, este projeto poderá acarretar muitos impactos negativos, refletindo na biota aquática e terrestre presentes nestes sítios e também nas populações locais (Ferreira 2008). Ainda levando em consideração o cenário do imediatismo, caracterizado pela ânsia de fazer chegar água, a todo custo, sem haver, no entanto, a preocupação com as consequências impostas ao ambiente, existe uma previsão de que essas alterações causem um desequilíbrio em todo curso do Rio São Francisco (Suassuna 2007).

A ideia do presente estudo surgiu em razão da baixa ou total ausência de informações geradas pelos órgãos públicos sobre a real situação que se encontram as obras do PISF, principalmente no que diz respeito às alterações sofridas pela vegetação da Caatinga. Assim o objetivo maior deste trabalho foi gerar informações básicas para o conhecimento de causa dos diversos setores da sociedade, assim como sua imperativa participação na quebra de mitos e transformação de comportamentos.

Diante desse cenário foi realizado um levantamento fitossociológico em uma área de caatinga no município de Sertânia, Pernambuco, sob a influência direta do canal do Eixo Leste do PISF. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição florística e diversidade daquele sítio, buscando inferir sobre os impactos causados pela obra, de modo que se ofereçam subsídios importantes para o entendimento da situação e instrumentos para a recuperação de áreas adjacentes afetadas.

Material e Métodos

Área de Estudo

A pesquisa foi realizada no município de Sertânia, Pernambuco, nos meses de agosto a outubro de 2011. A microrregião na qual o município está inserido é conhecida como Moxotó Pernambucano (08°04'14''S; 37°15'37''W), e possui altitude média de 558 m. O clima local é classificado como Semiárido (BSh de acordo com Köppen), caracterizado por baixo índice de pluviosidade e temperatura média de 35°C (Albuquerque et al. 2004), e acordo com Rodal et al. (1998), vegetação é composta pela Caatinga Hiperxerófila.

Há um pouco menos de quatro anos, por volta de 2007, uma faixa de aproximadamente 200 m (100m de cada lado do canal) foi totalmente removida para a construção do canal. Depois desse evento, a área foi abandonada e encontra-se em processo natural de sucessão ecológica.

Metodologia

Em uma das margens do canal do PISF, foram dispostos, de maneira aleatória, cinco transectos, perpendiculares ao mesmo (sentido canal-vegetação). Em cada um destes, foram plotadas 10 parcelas de 20 m x 10 m (sendo a menor dimensão paralela ao canal), com espaçamento de 5m entre ambas, totalizando 50 parcelas e perfazendo uma área amostral total de 1 ha (Figura 1).

Essas unidades amostrais foram dispostas sistematicamente pelos transectos, possibilitando a formação de pseudo-réplicas para a comparação dos parâmetros avaliados entre as distâncias do canal. A primeira parcela de cada transecto foi plotada imediatamente na borda do canal (0 m - D1), a segunda a 25 m (D2), a terceira a 50 m (D3), a quarta a 75 m (D4), a quinta a 100 m (D5), a sexta a 125 m (D6), a sétima a 150 m (D7), a oitava a 175 m (D8), a nona a 200 m (D9) e a décima parcela de cada transecto a 225 m do canal (D10).

No interior destas unidades amostrais, todos os indivíduos do estrato arbustivo arbóreo foram contabilizados e tiveram aferido seu diâmetro no nível do solo (DNS), para posterior classificação quanto ao seu estágio ontogenético. Indivíduos que apresentaram $\text{DNS} \leq 3$ cm foram considerados regenerantes, enquanto aqueles que apresentaram $\text{DNS} > 3$ cm, adultos (Rodal et al. 1992).

Para cada estágio ontogenético foi calculada a densidade das espécies (Müller-Dombois & Ellemberg 1974). Também foi avaliada a diversidade segundo o índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') (Shannon & Weaver 1949), e a equitabilidade, através do índice de Pielou (E) (Pielou 1977).

O número de indivíduos e de espécies foram comparados entre as distâncias do canal por meio do teste de Kruskal-Wallis (H) ($p \leq 0,05$), com as diferenças entre os postos avaliada por Dunn ($p \leq 0,05$) (Zar 1999). Diferenças entre as diversidades foram verificadas pelo teste t ($p \leq 0,05$) (Lehmann 1997). A distância do canal ainda foi correlacionada com o número de espécies e número de indivíduos por meio coeficiente de correlação de Pearson (r) (Rodgers & Nicewander 1988), sendo ele verificado por meio do teste t ($p \leq 0,05$) (Lehmann 1997).

Para avaliar a similaridade entre os ambientes foi utilizado o coeficiente binário de Jaccard (S_j) (Müller-Dombois & Ellemberg 1974)

e o de distância de Bray-Curtis (D_{A-B}) (Bray & Curtis 1957).

A classificação taxonômica foi elaborada de acordo com o Sistema APG II (2003), disponível na base de dados Tropicos (2010) do *Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri, USA*. As análises estatísticas foram executadas utilizando-se os *softwares* Past 1.12[®] (Hammer et al. 2003), MVSP 3.1[®] (Kovach 2005) e BioEstat 5.0[®] (Ayres et al. 2007).

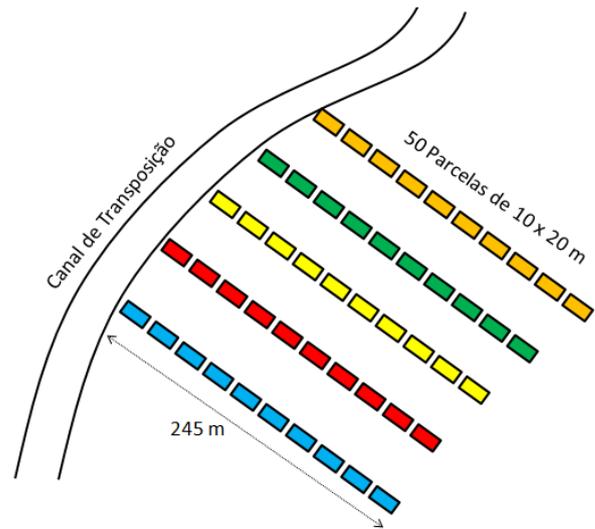


Figura 1. Desenho esquemático da distribuição dos transectos e parcelas no lote 12 do PISF, localizado no município de Sertânia, PE, Brasil.

Resultados e Discussão

Florística

No total foram amostrados 3.685 indivíduos, nos quais 2.288 foram regenerantes e 1.397 adultos, pertencem a 32 espécies, com 30 gêneros e 15 famílias. Na D1 (0m) foram encontradas 8 espécies (25%), na D2 (25m) 9 espécies (28,12%), na D3 (50m) 8 espécies (25%), na D4 (75m) 13 espécies (40,62%), na D5 (100m) 16 espécies (59%), na D6 (125m) 15 espécies (46,87%), na D7 (150m) 16 espécies (50%), na D8 (175m) 20 espécies (62,5%), na D9 (200m) 15 espécies (46,87%) e na D10 (225m) 15 espécies (46,87%) (Tabela 1).

As famílias mais representativas foram Fabaceae com oito táxons (25%), seguida por Euphorbiaceae com cinco (15,62%). Estas famílias também foram apontadas em vários outros estudos no bioma caatinga como sendo as mais representativas (Rodal 1992, Camacho 2001, Araújo et al. 1995, Pereira et al. 2001).

De acordo com o documento de discussão, criado com o objetivo de constituir estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga, as famílias mais frequentes são Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae, sendo os gêneros *Senna*, *Mimosa* e *Pithecellobium* os com o maior número de espécies. A catingueira (*Poincianella pyramidalis* Tul.), as juremas (*Mimosa* spp.) e os marmeleiros (*Croton* spp.) são as plantas mais abundantes na maioria dos trabalhos de levantamento realizados em área de Caatinga.

Segundo Prado (2003), ao contrário do postulado, a Caatinga apresenta uma alta taxa de diversidade e endemismo, fazendo-se necessário um melhor conhecimento de sua flora para possíveis medidas de conservação de suas áreas. Este é o bioma menos estudado entre as regiões fitogeográficas brasileiras e o menos protegido pelas unidades de conservação e proteção ambiental (Leal et al. 2003).

Das espécies endêmicas da Caatinga, citadas em um estudo realizado no município de Mirandiba - PE, ficou constatado que *Mimosa* foi o gênero mais representativo, totalizando, sete espécies, diferentemente do gênero *Indigofera*, que foi representado apenas por duas espécies (Cordula et al. 2008). Estes resultados se equiparam com o presente estudo, revelando que o gênero *Mimosa*, representado aqui pelas espécies *Mimosa ophthalmocentra* e *Mimosa tenuiflora*, foi bem mais abundante do que o gênero *Indigofera*, aqui representado pela espécie *Indigofera suffrutcosa*.

Das espécies amostradas, duas são exóticas na Caatinga: *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton e *Nicotiana glauca* Graham.

Segundo Schurmann (1895), *C. procera* é uma planta conhecida desde tempos remotos, possuindo ampla distribuição geográfica, especialmente em regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo, desenvolvendo-se em solos pobres e em locais com baixos níveis de pluviosidade (Sharma 1934). No Brasil, a espécie foi introduzida, provavelmente, como ornamental, em época desconhecida (Corrêa 1939). Posteriormente, esta planta passou a se comportar como invasora em áreas de pastagens, sendo encontrada principalmente na região Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (Ferreira 1973, Ferreira & Gomes 1974 1976). *C. procera* é mais comum no outro Eixo do PISF, o Norte, onde formam populações semelhantes às observadas para *N. glauca*.

Existem evidências que esta outra espécie em particular, *N. glauca*, chegou à região por

meio de propágulos presos ao maquinário das empresas responsáveis pela construção dos canais, podendo atualmente ser encontrada em toda a sua extensão (dados não publicados). De acordo com Florentine et al. (2006), a presença de *N. glauca* pode inibir a germinação de sementes de outras espécies, fato este observado *in loco* no momento do trabalho de campo.

Estrato Regenerante

As 26 espécies amostradas no estrato regenerante geraram uma densidade média total de 2.288 indivíduos/ha. As espécies com maior densidade foram *Sida cordifolia* com 781 indivíduos/ha, *Croton blanchetianus* (359 ind/ha), *Cordia leucocephala* (240 ind/ha) e *Herissantia titubae* (359 ind/ha) (Tabela 2). Juntas representaram 70,7% da densidade do sítio estudado.

Dentre os regenerantes destaca-se a exótica *Nicotiana glauca*. Observou-se que a mesma ocorreu com grandes densidades nas parcelas mais próximas do canal, demonstrando que a obra tem criado nichos que favorecem o estabelecimento e propagação de espécies alóctones. Frisa-se que a situação constatada na área de estudo se repete por todo o eixo leste do PISF.

Nativa da Argentina e Bolívia, *N. glauca* é considerada uma importante espécie invasora na Espanha (Sanz-Elorza et al. 2006), Austrália (Florentine & Westbrooke 2005), Namíbia (Shapaka et al. 2008), assim como em zonas semiáridas e áridas da América, África e Europa (Sanz-Elorza et al. 2010). A modelagem de nicho ecológico da espécie demonstrou que *N. glauca* tem potencial para a ocorrência em praticamente todo o Brasil, principalmente em regiões de clima semiárido e subúmido tropical e subtropical.

As densidades das parcelas mais próximas do canal apresentaram valores superiores aos obtidos em outros estudos na Caatinga, devido provavelmente ao estágio de sucessão secundária inicial em que se encontram. Para as demais parcelas, a densidade foi semelhante à maioria dos estudos desenvolvidos nessa formação savânica.

Os resultados obtidos no presente trabalho, para as parcelas em melhor estado de conservação, mostram-se bem próximos aos registrados em outros trabalhos (Drummond et al. 1982, Gomes 1979).

Tabela 1. Espécies amostradas em relação às distâncias do canal do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). Sertânia, Pernambuco, Brasil.

Família/ Espécie	Distância do Canal (m)									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225
Anacardiaceae										
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão				x				x	x	
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda							x		x	
Amaranthaceae										
<i>Amarantus</i> sp.	x									
Apocinaceae										
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart					x	x	x	x	x	x
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	x									
Boraginaceae										
<i>Cordia leucocephala</i> Moric				x	x	x	x	x	x	x
Burseraceae										
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillet				x	x	x	x	x	x	x
Cactaceae										
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C.Weber) Byles & Rowley					x			x	x	
<i>Tacinga inamoena</i> (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy					x			x		x
Cleomaceae										
<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	x	x	x	x						
Curcubitaceae										
<i>Alsomitra brasiliensis</i> Cogn.					x				x	
sp1.							x			
Euphorbiaceae										
<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax. & K. Hoffm.				x	x	x	x	x	x	x
<i>Croton blanchetianus</i> Müll. Arg.		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Jatropha molissima</i> (Pohl) Bail.		x			x	x	x	x	x	x
<i>Manihot dichotoma</i> Ule.		x			x	x	x	x		
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.						x		x		
Fabaceae										
<i>Mimosa opthalmocentra</i> Mart. ex.Benth			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.				x		x	x	x		
<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.						x				
<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz.			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link		x								
<i>Trischidium molle</i> (Benth.) H.E.Ireland					x		x	x		x
<i>Indigofera suffrutcosa</i> Mill.	x									
<i>Bouchinia cheilanta</i> (Bong) Stud.								x		x

continua

Lauraceae*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer x x x x x x**Malvaceae***Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky x x x x x x x x x x*Sida cordifolia* L. x x x x x x x x x x*Urena lobata* L. x x x x x x x x x x**Moraceae***Sorocea guilleminiana* Gaudich. x x x x x x**Myrtaceae***Psidium albinum* Miq. x x x x x x x x x x**Solanaceae***Nicotiana glauca* Graham. x x x x x x x x x x

22

Tabela 2. Densidade (indivíduos/ha) das espécies do estrato regenerante em razão das distâncias do canal da obra do PISF. Sertânia, Pernambuco, Brasil.

Espécies	Distância do Canal (m)										Total
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	
<i>S. cordifolia</i>	800	2680	1730	2560	10	10	10	0	10	0	781
<i>C. blanchetianus</i>	0	320	330	440	230	620	470	490	400	290	359
<i>C. leucocephala</i>	0	0	0	70	710	270	440	610	80	220	240
<i>H. tiubae</i>	470	930	410	520	0	20	0	0	0	30	238
<i>N. glauca</i>	1270	250	40	0	0	0	0	0	0	0	156
<i>U. lobata</i>	590	580	90	70	0	0	0	0	0	220	155
<i>C. rhamnifolioides</i>	0	0	0	30	160	340	250	130	70	160	114
<i>A. pyriformium</i>	0	0	0	0	30	100	120	170	80	180	68
<i>C. spinosa</i>	10	560	30	0	0	0	0	0	0	0	60
<i>J. molíssima</i>	0	10	0	20	30	50	50	90	40	60	35
<i>P. pyramidalis</i>	0	0	100	30	10	30	10	30	40	20	27
<i>M. ophthalmocentra</i>	0	0	10	0	10	10	10	40	20	40	14
<i>O. odorifera</i>	0	0	0	0	20	20	60	0	0	20	12
<i>C. leptophloeos</i>	0	0	0	0	10	20	20	20	30	0	10
<i>B. cheilantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	4
<i>M. tenuiflora</i>	0	0	0	10	0	20	0	0	0	0	3
<i>T. inamoena</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	2
<i>M. dichotoma</i>	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	2
<i>C. procera</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Amaranthus</i> sp.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>S. guilleminiana</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1
<i>A. brasiliensis</i>	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	1
<i>I. suffrutcosa</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>S. occidentalis</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>P. diversifolium</i>	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1
Sp1.	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1
Total	3170	5340	2740	3750	1230	1520	1470	1650	770	1240	2288

Um estudo realizado em uma área de caatinga, mostrou que para áreas com melhor estado de conservação, a densidade apresentada foi de 1.284 indivíduos/ha (Souza 2009), no entanto, em outro estudo realizado em uma área de caatinga do Seridó-RN, utilizando também o critério mais usado nos trabalhos em caatinga (≤ 3 cm diâmetro ao nível do solo, DNS), a densidade foi de 2.258 indivíduos/ha.

As discrepâncias observadas nas densidades foram confirmadas estatisticamente pelo número médio de indivíduos em razão da distância do canal (Figura 2). Conforme a Figura 3, a partir dos 100 m há uma redução significativa no número médio de indivíduos das parcelas em relação àquelas mais próximas do canal.

Essas diferenças vão diminuindo de forma constante, sentido da menor a maior distância, fato este comprovado pela significância da

correlação entre o número médio de indivíduos e a distância do canal (Tabela 3). Assim, observou-se que à medida que se distancia do canal, a densidade de indivíduos do estrato regenerante tende a ser menor. Já para o número médio de espécies, isso não foi constatado (Tabela 1), do mesmo modo como não foram significativas as diferenças nesta variável entre as distâncias do canal (Figura 2). Contudo, é importante destacar que houve uma sensível diferença entre as parcelas mais e menos próximas do canal, sendo maiores naquelas a partir dos 100 m.

Por meio do cluster (Figura 3), é possível compreender melhor as diferenças entre as amostras. Em síntese, é possível notar a formação de dois grandes grupos: um formado pelas parcelas mais próximas do canal (D1, D2, D3 e D4) e outro pelas demais parcelas. Isso demonstra a existência de diferenças específicas importantes entre os mesmos.

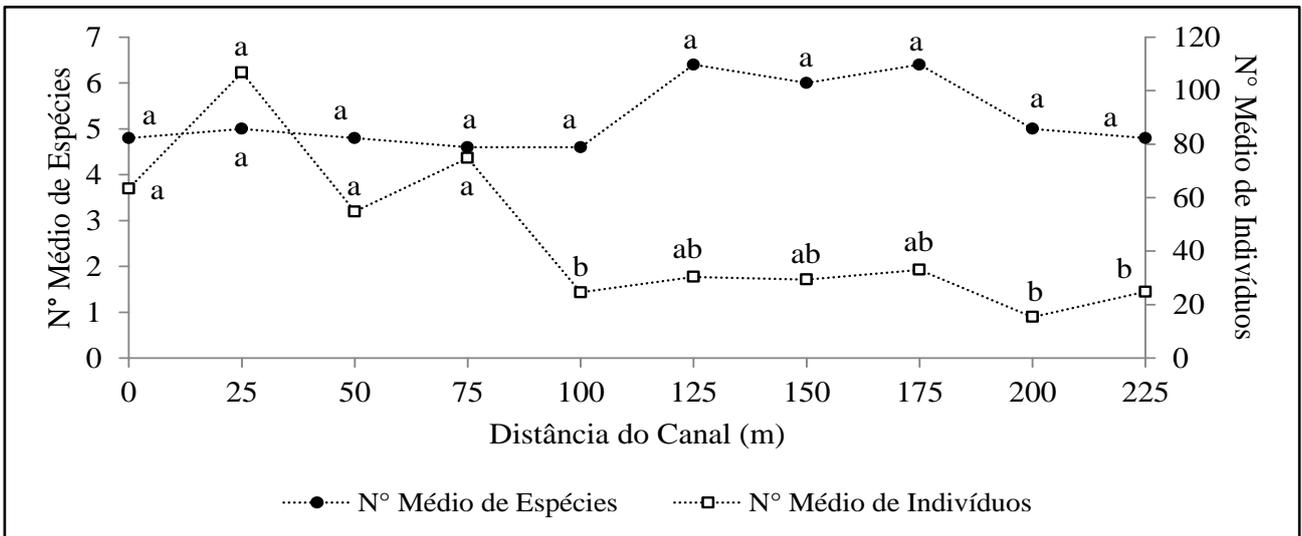


Figura 2. Número médio de espécies e indivíduos do estrato regenerante em razão das distâncias do canal da obra do PISF. Letras iguais não diferem entre si segundo o teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Correlação entre o número de indivíduos e espécies do estrato regenerante com a distância do canal da obra do PISF. Sendo: n = número de pares; r = índice de correlação linear de Pearson; IC = intervalo de confiança; R² = coeficiente de determinação; t = teste t; GL = graus de liberdade; (p) = probabilidade da significância do resultado.

	Nº de Indivíduos x Distância do Canal	Nº de Espécies x Distância do Canal
n (pares)	50	50
R	-0,5835	0,1505
IC 95%	-0,74 a -0,36	-0,13 a 0,41
IC 99%	-0,78 a -0,28	-0,22 a 0,48
R ²	0,3405	0,0226
T	4,9778	1,0547
GL	48	48
(p)	< 0,0001	0,2968

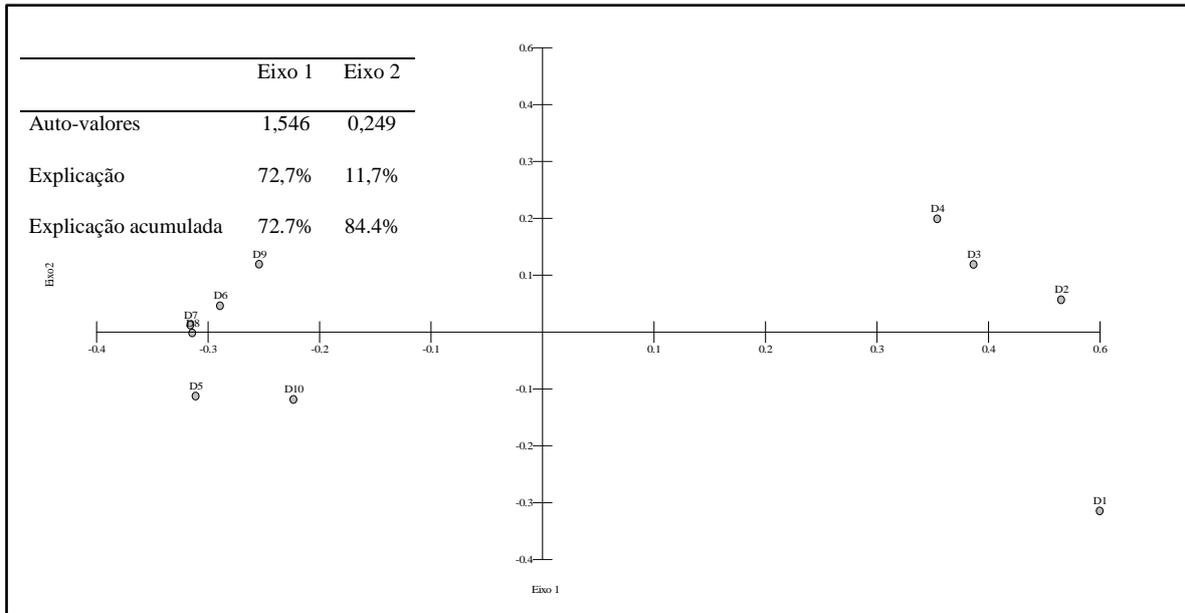


Figura 4. Distância de Bray-Curtis para as amostras do estrato regenerante. Sendo: D = distância do canal da obra do PISF; D1 = 0 m; D2 = 25 m; D3 = 50 m; D4 = 75 m; D5 = 100 m; D6 = 125 m; D7 = 150 m; D8 = 175 m; D9 = 200 m; D10 = 225 m.

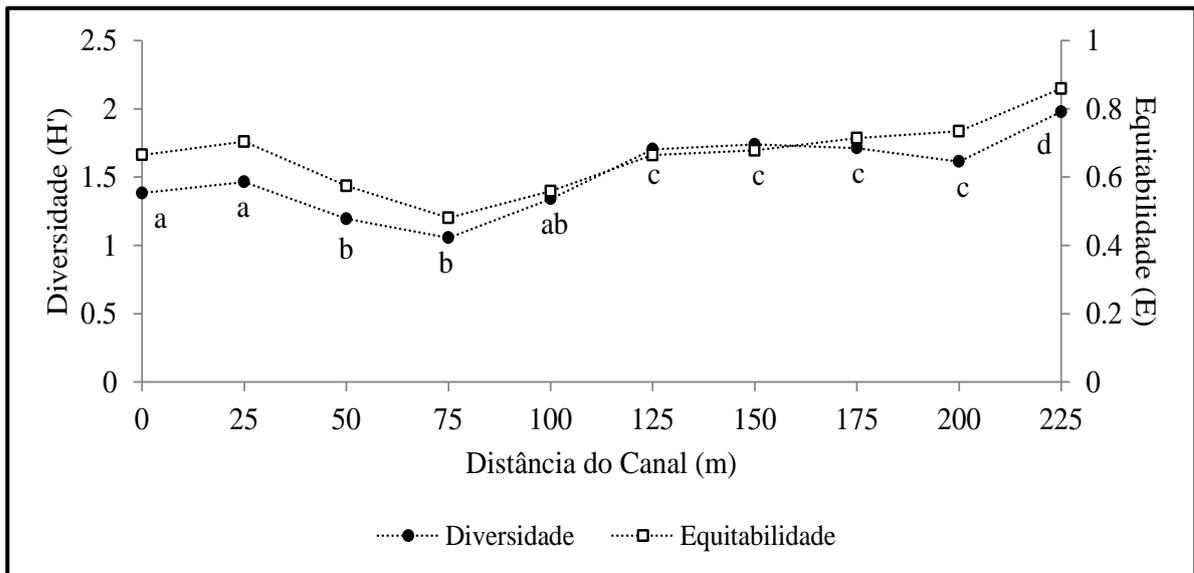


Figura 5. Diversidade e equitabilidade do estrato regenerante em razão das distâncias do canal da obra do PISF. Sendo H' = Índice de diversidade de Shannon; E = Equitabilidade de Pielou. Letras iguais não diferem entre si segundo o teste t ($p \leq 0,05$).

No entanto, fica fácil compreender que onde o índice de diversidade foi menor (75m), corresponde justamente ao final da área na qual foi realizado o desmatamento para a instalação do canal de transposição, e o seu maior valor foi obtido nas parcelas de maior distância em relação ao canal (225m), que corresponde justamente às últimas parcelas dos transectos, e

consequentemente as mais preservadas e com um maior número de espécies.

Chama-se a atenção para a formação de um possível “efeito de borda”, o que pode ser mais um dos efeitos negativos da obra do PISF sobre as caatingas modificadas para a construção dos canais. O efeito de borda é resultante da interação entre ecossistemas adjacentes separados

por uma transição abrupta (Murcia 1995). São causados por gradientes diferenciados de mudanças físicas e bióticas próximos às bordas florestais e, portanto, são proporcionais à distância da borda mais próxima.

Os fatores físicos e químicos resultantes do efeito de borda podem afetar a distribuição de espécies vegetais na borda, devido às diferenças entre espécies nos seus limites de tolerâncias fisiológicas. Algumas espécies florestais mostram baixa densidade ou não ocorrem próximo à borda, enquanto outras mostram altas densidades, ou nenhuma mudança. As respostas diferentes entre espécies a mudanças no ambiente físico da borda podem resultar em mudanças localizadas na composição de espécies (Murcia 1995). Os efeitos de borda podem alterar as interações bióticas e os processos de regeneração natural e aumentar os níveis de danos causados por patógenos e herbívoros nas comunidades de plântulas, sendo a intensidade dessas perturbações determinante na velocidade de regeneração na vegetação tropical. (Benitez-Malvido & Lemus-Albor 2005). Um estudo realizado em área de caatinga, no município de Caraubais-RN, que teve como objetivo analisar três sítios com diferentes fisionomias, decorrentes da instalação de um oleoduto, constatou-se que a área que apresenta fisionomia de caatinga arbustiva aberta possui uma maior probabilidade de sofrer com o efeito de borda, ao contrário das duas fisionomias, que são caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva densa ciliar (Cavalcanti & Rodal 2010). De acordo com Harper et al. (2005) em ambientes mais conservados, como por exemplo, as duas áreas citadas ultimamente, foi constatado que as bordas tendem a apresentar uma estrutura dominante mais semelhante ao seu interior como resultado da reestruturação do impacto causado, no caso dessas duas áreas, a abertura do oleoduto.

Levando estes resultados para o trabalho em questão, verificamos que o local de estudo possui uma vegetação em um estado de conservação considerável, enquadrando-se no perfil de caatinga arbustivo-arbórea densa, em que a borda apresenta uma fisionomia semelhante ao interior. Neste caso, precisa-se de um tempo suficiente para que o efeito de borda possa ser percebido estruturalmente, fato este que ainda não foi verificado com uma intensidade considerável (Cavalcanti et al. 2010).

As 28 espécies amostradas no estrato adulto geraram uma densidade total de 1.397 indivíduos/ha. As espécies com maior densidade foram *C. blanchetianus* com 467 indivíduos ha, *M. ophthalmocentra* com 268 indivíduos ha, *P. pyramidalis* com 164 indivíduos ha, *A. pyriformium* com 150 indivíduos ha e *C. rhamnifolioides* com 124 indivíduos/ha (Tabela 4). Juntas elas representaram 83,96% da densidade do sítio estudado. Em um estudo feito nos municípios de Floresta e Custódia em Pernambuco, Rodal (1992) encontrou valores de densidade entre 1.076 e 2.172, considerando indivíduos vivos com diâmetro ≥ 3 cm e altura superior a 1 m. Outra análise fitossociológica feita na estação ecológica do Seridó-RN, constatou que *C. blanchetianus*, *P. pyramidalis* e *A. pyriformium* responderam por 58,66% da densidade relativa e 51,85% do valor de importância, evidenciando, portanto que são as mais importantes da comunidade estudada (Santana & Souto 2006).

De acordo com o observado, as espécies que apresentaram uma maior densidade, são aquelas que estão localizadas nas áreas mais preservadas do sítio, ou seja, a partir dos 100 m. Neste caso, observa-se uma considerável elevação no número médio de espécies e número médio de indivíduos (Figura 6).

Estes locais disponibilizam condições bem mais favoráveis do que aqueles situados mais próximos ao canal, que na verdade foram as áreas desmatadas para a implantação da obra e que se encontram em processo de regeneração natural. Para o estrato adulto, as diferenças na riqueza de espécies e abundância de indivíduos foram mais evidentes, logicamente devido ao tempo de abandono após a remoção da vegetação (por volta de 3-4 anos). A partir dos 100 m do canal o número médio destes parâmetros foram significativamente superiores que para as menores distâncias.

Ambas as variáveis (número médio de indivíduos e de espécies) apresentaram correlação positiva, perfeita e significativa com as distâncias do canal, ratificando os resultados ora apresentados (Tabela 5).

Tabela 4. Densidade (indivíduos/ha) das espécies do estrato adulto em razão das distâncias do canal da obra do PISF, Sertânia, Pernambuco, Brasil.

Espécies	Distância do Canal (m)										Total
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	
<i>C. blanchetianus</i>	0	0	90	100	800	810	640	600	860	770	467
<i>M. ophtalmocentra</i>	0	0	60	60	230	330	450	400	460	690	268
<i>P. pyramidalis</i>	0	0	0	40	310	160	230	400	350	150	164
<i>A. pyriformium</i>	0	0	0	0	50	420	270	480	160	120	150
<i>C. rhamnifolioides</i>	0	0	0	10	190	280	290	140	150	180	124
<i>N. glauca</i>	370	40	10	0	0	0	0	0	0	0	42
<i>C. leptophloeos</i>	0	0	10	0	60	70	100	50	50	40	38
<i>C. leucocephala</i>	0	0	0	10	80	30	70	50	40	30	31
<i>J. molíssima</i>	0	20	0	0	70	80	30	60	30	20	31
<i>S. guilleminiana</i>	0	0	0	10	10	0	10	70	70	0	17
<i>O. odorífera</i>	0	0	0	0	40	20	10	0	40	0	11
<i>M. dichotoma</i>	0	0	0	0	10	40	40	10	0	0	10
<i>M. tenuiflora</i>	0	0	0	0	0	30	20	10	10	0	7
<i>H. tiubae</i>	30	0	0	0	0	0	0	10	0	10	5
<i>T. molle</i>	0	0	0	0	0	0	10	20	0	10	4
<i>P. gounelei</i>	0	0	0	0	0	10	0	0	20	10	4
<i>M. urendeuva</i>	0	0	0	0	10	0	0	10	20	0	4
<i>C. spinosa</i>	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>T. inamoena</i>	0	0	0	0	20	0	0	10	0	0	3
<i>S. glandulosum</i>	0	0	0	0	0	10	0	20	0	0	3
<i>U. lobata</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	2
<i>S. Tuberosa</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0	2
<i>B. cheilantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2
<i>S. cordifolia</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>A. brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1
<i>P. albinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1
<i>P. diversifolium</i>	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1
Cabeça de Nego	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1
Total	420	80	170	230	1880	2300	2190	2360	2280	2060	1397

O Índice de Jaccard, utilizado para comparar a similaridade florística entre as parcelas, constatou a formação de um agrupamento distante dos outros como também a formação de dois grandes grupos e dentro desses últimos, pequenos agrupamentos mais consistentes (Figura 7). Em um trabalho realizado em três áreas no município de São João do Cariri (PB), confirmou que para a análise realizada com

base no índice de similaridade florística indicou que esta foi considerada alta, variando de 0,67 a 0,89. Para Mueller-Dombois & Elleberg (1974) e Ramalho et al. (2009), as áreas consideradas floristicamente similares são as que apresentam índice de Jaccard superior a 0,25.

A análise de Bray-Curtis além de separar os dois grandes grupos observados na análise

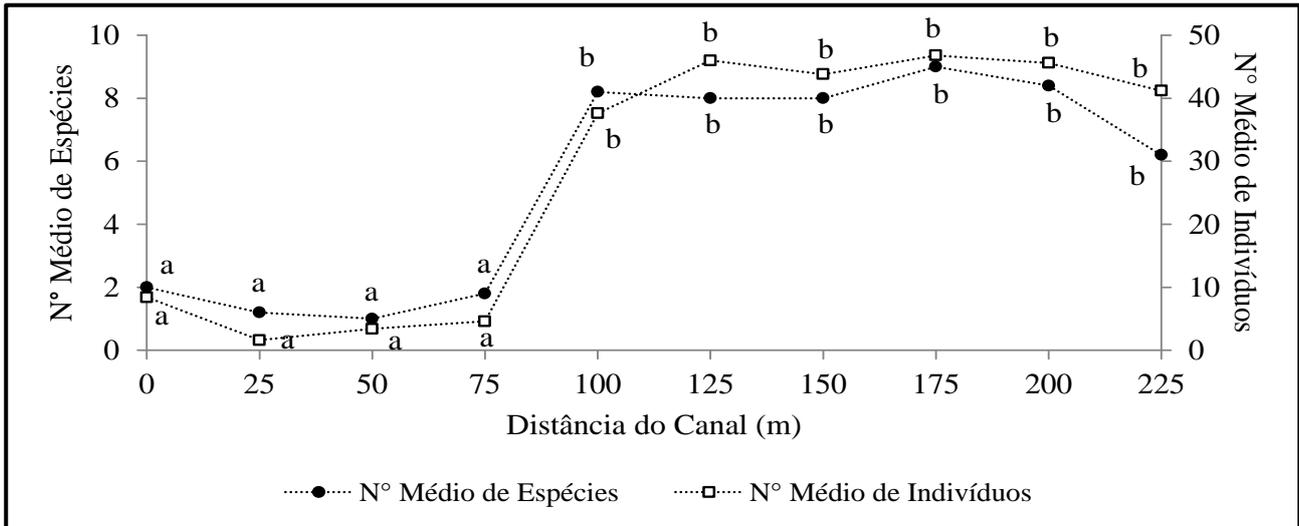


Figura 6. Número médio de espécies e indivíduos do estrato adulto em razão das distâncias do canal da obra do PISF. Letras iguais não diferem entre si segundo o teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

Tabela 5. Correlação entre o número de indivíduos e espécies do estrato adulto com a distância do canal da obra do PISF. Sendo: n = número de pares; r = índice de correlação linear de Pearson; IC = intervalo de confiança; R^2 = coeficiente de determinação; t = teste t; GL = grau de liberdade; (p) = probabilidade da significância do resultado.

	Nº de Indivíduos x Distância do Canal	Nº de Espécies x Distância do Canal
n (pares)	50	50
r	0,7314	0,7296
IC 95%	0,57 a 0,84	0,57 a 0,84
IC 99%	0,50 a 0,86	0,50 a 0,86
R^2	0,535	0,5323
t	7,431	7,3907
GL	48	48
(p)	< 0,0001	< 0,0001

anterior, também distanciou as duas primeiras sequências de parcelas (D1 e D2) das duas seguintes (D3 e D4), sugerindo haver diferenças importantes entre estas (Figura 8). Isso nos demonstra que D1 e D2 possuem uma similaridade entre as parcelas bastante semelhantes, fato este que também é constatado para as parcelas D3 e D4. Para as demais distâncias (D5, D6, D7, D8, D9, D10) obtiveram-se valores de similaridade bastante parecidos, refletindo no gráfico de forma significativamente agregada.

De acordo com o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver, houve diferenças significativas na diversidade entre as parcelas de distâncias menores do canal (0m, 25m, 50m e 75m), sendo a

diversidade maior nas unidades amostrais mais distantes do canal (100m, 125m, 150m, 175m, 200m e 225m) (Figura 9). O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver para as parcelas variou de 0,4 a 2,1, sendo que o menor valor foi encontrado nas parcelas de distâncias de 0m e o maior foi encontrado nas parcelas de distância de 175m em relação ao canal. Em relação ao estrato adulto, esses valores ainda continuam sendo inferiores aos deparados por Lira (2003), (2,45 e 2,15), para ambientes de Caatinga. Em outro estudo realizado na estação ecológica do Seridó-RN, obteve-se valores que alcançaram 2,35 nats.indivíduo⁻¹ (Santana & Souto 2006), o que demonstra serem essas áreas bem mais ricas em espécies do que as estudadas no presente trabalho.

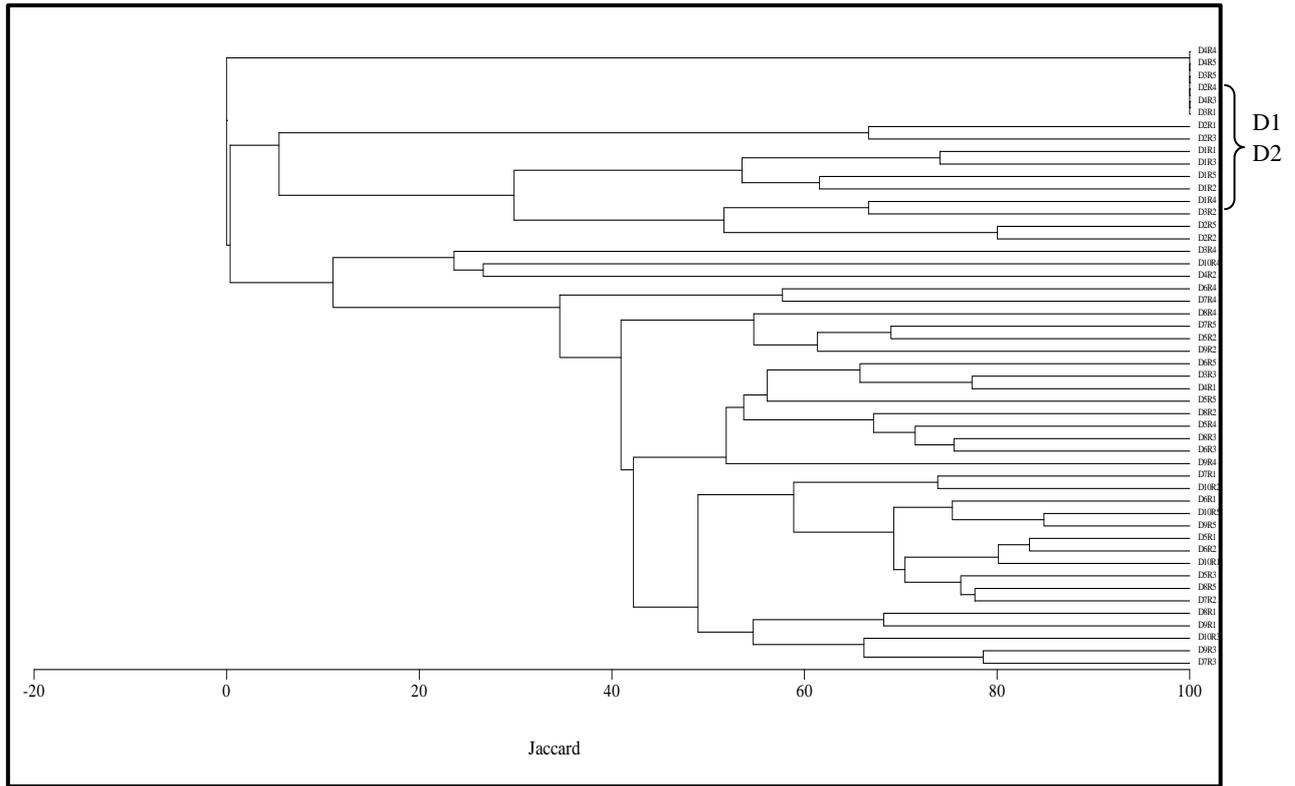


Figura 7. Índice de Jaccard para as amostras do estrato adulto. Sendo: D = distância do canal da obra do PISF; R = pseudo réplica; D1 = 0 m; D2 = 25 m; D3 = 50 m; D4 = 75 m; D5 = 100 m; D6 = 125 m; D7 = 150 m; D8 = 175 m; D9 = 200 m; D10 = 225 m.

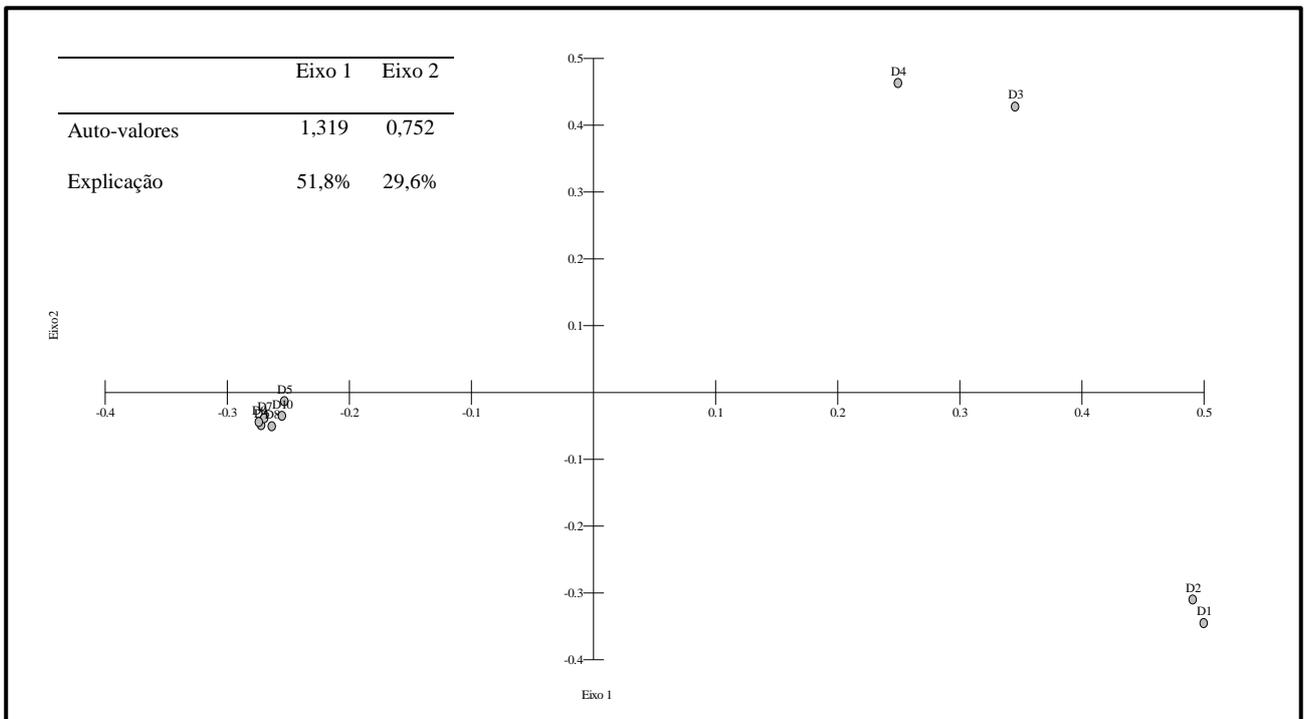


Figura 8. Distância de Bray-Curtis para as amostras do estrato adulto. Sendo: D = distância do canal da obra do PISF; D1 = 0 m; D2 = 25 m; D3 = 50 m; D4 = 75 m; D5 = 100 m; D6 = 125 m; D7 = 150 m; D8 = 175 m; D9 = 200 m; D10 = 225 m.

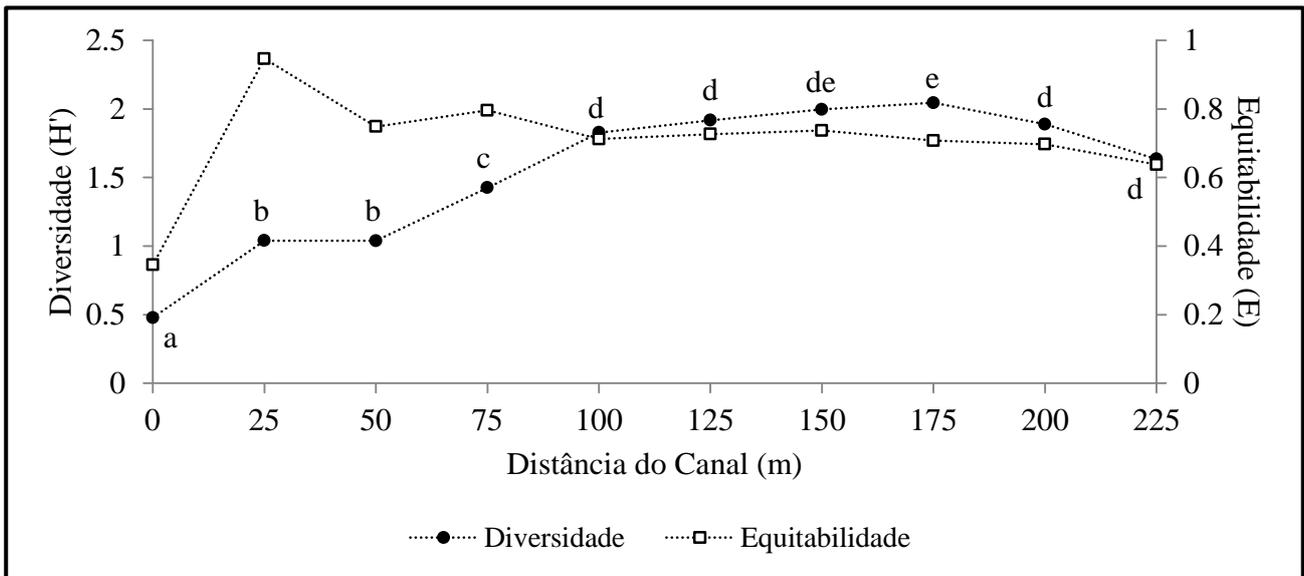


Figura 9. Diversidade e equitabilidade do estrato adulto em razão das distâncias do canal da obra do PISF. Sendo H' = Índice de diversidade de Shannon; E = Equitabilidade de Pielou. Letras iguais não diferem entre si segundo o teste t ($p \leq 0,05$).

Considerações finais

Os resultados evidenciaram que as obras do PISF estão provocando impactos além daqueles já esperados como, por exemplo, a redução local da fitodiversidade. A construção dos canais está formando centenas de quilômetros de nichos vagos, favorecendo o estabelecimento de espécies exóticas, que num futuro próximo, poderão causar sérios danos ambientais e econômicos para a região semiárida.

Estes são apenas os impactos diretos e imediatos que podem ser facilmente visualizados e aferidos, mas é importante frisar que essas modificações deverão ser bem superiores a aqui apresentadas. É oportuno destacar que os Eixos do PISF somam algo superior a 1.000 Km de extensão e que 100 m de ambos os lados dos canais foram ou serão totalmente suprimidos. Se utilizarmos dessas razões, serão mais de 200 Km² de devastação.

Desta forma, recomenda-se o enriquecimento das áreas subjacentes ao canal com espécies da Caatinga e o controle das espécies exóticas. Essas ações deverão minimizar no futuro os impactos causados pela obra.

Referencias

- AB'SABER, A (2005). A quem deve a transposição do São Francisco? www.riosvivos.org.br. Acessado em 18 de maio de 2011.
- ALBUQUERQUE, H.N.; ALBUQUERQUE, I.C.S.; MENEZES, I.R.; MONTEIRO, J.A.; BARBOSA, A.R.; CAVALCANTI, M.L.F. Utilização da Maniçoba (*Manihot glaziovii* Mul., Euphorbiaceae) na Caça de Aves em Sertânia-PE. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. V.4, nº2. 2º Semestre de 2004.
- ALVES, J.A.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: Uma Investigação Ecogeográfica. *Caminhos de Geografia*. Uberlândia v.9, n.27 p.143-155, 2008.
- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.U. Análise da Cobertura de Duas Fitofisionomias de Caatinga com Diferentes Históricos de Uso, no Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. *Revista Cerne*, v.11, n.3, p. 253-262, 2005.
- ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica*, v.4, nº 2, p. 149-153, 1981.

- ANEEL. Agencia Nacional de Energia Elétrica. Atlas Hidrológico Brasileiro – Versão 1.0. Brasília, 1998. CD-Rom.
- ARAÚJO, E.L.; SAMPAIO, E.V.S.; RODAL, M.J.N. Composição Florística e Fitossociológica de Três Áreas de Caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro. v.55, nº4, p.595-607, 2005.
- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D.L & SANTOS, A.A. Bioestat – Aplicações Estatísticas nas Áreas de Ciências Biomédicas. Ong Mamirauá. Belém, PA, 2007.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J.; LEMUS-ALBOR, A. The Selding Community of Tropical Rain Forest Edges and Interactions With Herbivores and Leaf-Pathogenes. *Biotropica*. v.37, nº2, p.301-303, 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. O Desafio do Desenvolvimento Sustentável: Relatório do Brasil para a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brasília, DF, 1991. 2004p.
- BRASILEIRO, R.S. Alternativas de Desenvolvimento Sustentável no Semiárido Nordeste: Da Degradação à Conservação. *Scientia Plena* v.5, nº5, 2009.
- BRAY, J.R.; CURTIS, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.
- CAMACHO, R.G.V. Estudo Fitofisiográfico da Caatinga do Seridó - Estação Ecológica do Seridó, RN. Dissertação de Mestrado. São Paulo: USP, 2001, 130p.
- CASTELETTI, C.H.M.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M & SANTOS, A.M.M. Quanto Ainda Resta da Caatinga? Uma Estimativa Preliminar. In press in: J.M.C. 2003.
- CAVALCANTE, M.B. Ecoturismo no Bioma Caatinga: O Caso do Parque Estadual da Pedra da Boca, Paraíba. *Revista Nordestina de Ecoturismo*, Aracajú, v.2, n1, p. 25-38, 2009.
- CAVALCANTI, A.D.C.; RODAL, M.J.N. Efeito de Borda e Dinâmica de Plantas Lenhosas em Áreas de Caatinga em Caraúbas-RN. *Revista Caatinga*, v.23, n.2 abril-junho,2010, pp.41-50.
- CODEVASF. Campanha de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco de do Paraíba. Petrolina, 2006.
- CORDULA et al. Checklist da Flora de Mirandiba, Pernambuco: Leguminosae. Feira de Santana, BA, 2008.
- CORRÊA, P. Dicionário de Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. Rio de Janeiro. Imprensa Oficial, v.4. 1939.
- DREGNE, H.E. Desertification of Arid Lands. Hardwood: Academy, 1986. (Advances in Desert and Arid Land Technology and Development, 3).
- FERREIRA, M.B.; GOMES, V. *Calotropis procera* (Ait) R. Br. *Orçades UFV.*, v.5, . p.68-74, 1974/76.
- FERREIRA, J.A.A. A Transposição do São Francisco e os Impactos Ambientais Decorrentes Dele. Junho de 2008.
- FERREIRA, M.B. Distrito Federal e Goiás sob Ameaça de Invasora *Calotropis procera* (Ait). *Revista Cerrados*, 21: 20-22. 1973.
- FLORENTINE, S.K., WESTBROKE, M.E. Invasion of the noxious weed *Nicotiana glauca* R. Graham after an episodic flooding event in the arid zone of Australia. *Journal of Arid Environments* v.60, p.531-545, 2005.
- FLORENTINE, S.K.; WESTBROKE, M.E.; GOSNEY, K; AMBROSE, G.Y.; O'KEFFE, M. The Arid Land and Invasive Weed *Nicotiana glauca* R. Graham (Solanaceae): Population and Soil Seed Bank Dynamics, Seed Germination, Patterns and Selding Response to Flood and Drought. *Journal of Arid Environments*, v.66 p.218-230, 2006.
- FREITAS, R.A.C. et al. Estudo Florístico e Fitossociológico do Estrato Arbustivo-Arbóreo de Dois Ambientes em Messias Targino Divisa RN/PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. Mossoró, RN v.2, p.135-147, 2007.
- GOMES, M.A.F. Padrões de Caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1979.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RIAN, P.D. Paleontological Statistics – PAST. Version 1.18. Available from: <http://folk.uio.no/ohammer/past.2003>.
- HARPER, K. A. et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://ibge.gov.br>. Acessado em 18 de agosto de 2011.

- IZIDO, N.S.C.; ANDRADE, E.M.; PALACIO, H.A.Q.; LIMA, J.S.; SILVA FILHO, J.A. Influência da Intensidade na Intercepção de Chuvas no Semiárido. 2002.
- JAPAN. Environment Agency. Global Environment Program and Global Environment Monitoring Program for Fiscal Year 1990. Tokyo, 1990.
- JUNQUEIRA, R.A.C. Mapeamento temático de uso da terra no baixo São Francisco. Relatório final. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco – GEF São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA). 2002.
- KILL, L.H.P. Caatinga: Patrimônio Brasileiro e Ameaçado. <http://www.agroline.com.br/artigos/artigo.php?id=81>. Acessado em 28 de novembro de 2010.
- KOVACH, W.L., 2005. MVSP - A Multi Variate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- LAMPRECHT, H. Ensayo Sobre la Structura Florística de la parte Sur-Oriental del Bosque Universitario: El Caimital, Estado Barinas. Revista Florestal Venezolana. Caracas. V.7, n.10/11, p.77-119, 1964.
- LEAL, I. R.; Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. 2003. Ecologia e conservação da caatinga. Ed. Universitária da UFPE, Recife, 804p.
- LEHMANN, E.L. Testing Statistical Hypotesis, 2ed. New York: Springer – Verlog, 1997. 332p.
- LIRA, R.B. Composição Florística e Análise Fitossociológica do Componente Arbustivo-Arbóreo na Floresta Nacional de Açú – “FLONA” no município de Assú-RN. 2003. 29p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, Mossoró.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente. Avaliação e ação prioritários para a conservação da biodiversidade da caatinga. Universidade Federal de Pernambuco/ Fundação de apoio ao Desenvolvimento/ Conservation International do Brazil, Fundação Biodiversitas, EMBRAPA/Semiárido. MMA/SBF, Brasília, 2002.
- MOREIRA, *et. al.* Diferentes tipos de enxertia na produção de mudas de tamarindo (*Tamarindus indica*) em Mossoró-RN. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, Vitória, ES. 2008.
- MULLER – DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons. 547p., 1974.
- MURCIA, C. Edge effects in fragment forests: implications for conservations. Trends in ecology and evolution 10: 58-62. 1995.
- PEREIRA, I.M.; ANDRADE, A.A.; COSTA, J.R.M.; DIAS, J.M. Regeneração natural em um dos remanescentes de caatinga sob diferentes níveis de perturbação no agreste paraibano. Acta Botanica, v.15, n.3, p.413-426, 2001.
- PIELOU, E.C. Mathematical Ecology. Wiley, New York, 1997. 385p.
- PRADO, D. E. 2003. As caatingas da América do Sul. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. (eds.). Ecologia e conservação da caatinga. Ed. Universitária da UFPE, Recife. Pp. 3-73.
- RAMALHO, C. I. *et al.* Flora arbóreo-arbustiva em áreas de Caatinga no semiárido baiano, Brasil. Revista Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 182-190, 2009.
- RODAL, M.J.N. Fitossociologia da Vegetação Arbustivo-Arbórea em Quatro Áreas de Caatinga em Pernambuco. Tese de Doutorado em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, outubro de 1992, 224p.
- RODAL, M.J.N.; ANDRADE, K.V.A.; SALES, M.F.; GOMES, A.P.S. Fitossociologia do Componente Lenhoso de um Refúgio Vegetacional do Município de Buíque, Pernambuco. Revista Brasileira de Biologia. P. 517-526. 1998.
- RODGERS, J.L. & NICEWANDER, W.A. “Thirteen ways to look at the correlation coefficient”, The American Statistician, v.42, n.1, pp.59-66. 1998.
- SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.6, N°02, 2º Semestre 2006.
- SANZ-ELORZA, M., DANA, E.D. & SOBRINO, E. Invasibility of an inland area in NE Spain by alien plants-Acta Oecol. 29: 114-122, 2006.
- SANZ-ELORZA *et. al.* Invasiveness of alien vascular plants in six arid zones of Europe, Africa and America LARAROA v.31, p.109-126. 2010.
- SCHURMANN, K. Asclepiadaceal in Engler e K. Pranti. Die Natur.Pflansendamilien IV, v. 2, p. 189-306, 1895.
- SECTMA – Plano Estadual de Recursos Hídricos, Sinopse, Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente. Recife, PE, agosto de 2006.

- SHANNON, C.E.; WEAVER, W. The Mathematical Theory of Communication. Urbana Universidad I/ Linois Press, 1949, 117p.
- SHAPAKA, T.N.; CUNNINGHAM, P.L. & JOUBERT, D.F. Invasive Alien Plants in the Daan Viljoen Game Park. DINTERIA n.30, p.19-32, Namíbia, february, 2008.
- SHARMA, G.K. *Calotropis procera* and *Calotropis gigantea*. Indian Journal Veterinary Science and Animal Husbandry, v.4, p.63-74, 1934.
- SOUZA, P.F. Análise da Vegetação de um Fragmento de Caatinga na Microbacia Hidrográfica do Açude Jatobá, Paraíba. Patos, PB, 2009.
- STREILEN, K.E. Ecology of small mammals in semiarid brasilian caatinga. Reproductive biology and population ecology. Annals Carneige Museum, v.51, p.251-269, 1982.
- SUASSUNA, J. (2004). Transposição do São Francisco e reeleição do Presidente Lula. Repórter Brasil. Acessado em 20 de junho de 2011.
- SUASSUNA, J. (2007). As águas do Nordeste e a Transposição do Rio São Francisco. Cadernos do CEAS, 2007. 152p.
- UNICEF (2005). O semiárido brasileiro e a segurança alimentar e nutricional de crianças e adolescentes, Brasília, DF, 2005,
- VIEIRA, V.P. A água e o desenvolvimento sustentável no Nordeste. IPEA, Brasília, 2007.
- ZAAR, M.H. A produção do espaço agrário: da colonização à modernização e formação do Lago de Itaipu. Cascavel/PR. Eldinoeste, 1999, 148p.