

## ÁREAS DEGRADADAS PELA ATIVIDADE PETROLÍFERA NO SEMIÁRIDO POTIGUAR: AVALIAÇÃO DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PELA TÉCNICA DO INÓCULO, MOSSORÓ-RN

**Ramiro Gustavo Valera. Camacho (1); José Laércio Bezerra Medeiros(2); Diego Nathan do Nascimento Souza (3); Andressa Karla Alves de Lima(4); Francisco Fabio Mesquita de Oliveira(5);**

1-3-4- Professores. do Dep. de Ciências Biológicas- DECB/UERN (ramirogustavovc@gmail.com)

2-5- Mestre em Ciências Naturais pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

*Universidade do Estado do rio Grande do Norte-UERN; Departamento de Ciências Biológicas (DECB) - Campus Universitário Central Endereço: BR 110, Km 46, Avenida Professor Antônio Campos, s/n Bairro: Presidente Costa e Silva CEP: 59625-620– Mossoró-RN*

A degradação do solo causada pela atividade petrolífera provoca grandes impactos negativos à vida microbiana do solo. A recuperação por processos naturais nesses solos é extremamente limitada, por isso a necessidade do uso de técnicas de restauração ecológica. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a técnica do inóculo após doze anos de sua implantação numa área de seis hectares degradada pelo desenvolvimento da atividade petrolífera no Canto do Amaro, no município de Mossoró-RN. Foram utilizados métodos qualitativo (diagrama de perfil) e quantitativo (levantamentos fitossociológicos) da vegetação, por meio de parcelas retangulares na área em processo de restauração e numa área em bom estado de conservação para referenciar os parâmetros na matriz de avaliação. Foram amostrados 227 indivíduos das famílias Fabaceae e a Euphorbiaceae, além de uma indeterminada nas cinco unidades amostral da área PRE, com densidade média de 2270 ind.ha<sup>-1</sup>. Para a área ER foram encontrados 45 indivíduos distribuídos nas famílias Fabaceae e Euphorbiaceae, e uma indeterminada, com densidade média de 2250 ind.ha<sup>-1</sup>. O maior IVI da área PRE foi da *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, com o valor de 46,35, certamente pelo elevado número de ind.ha<sup>-1</sup>. Na área ER, a espécie de maior IVI foi o *Croton blanchetianus* Baill, com 31,14. De acordo com a matriz de avaliação, a área em processo de restauração pela técnica do inóculo obteve um total de 7,63 pontos nos indicadores avaliados, estando dentro do conceito Muito Bom que é referente a valores entre 7,5 - 10,0. Entretanto, sugere-se o monitoramento do ingresso de outras espécies da Caatinga visando o enriquecimento da diversidade da área, seja por meio natural ou com plantio de outras espécies.

**Palavras chave:** Extração mineral, Degradação, Matriz de avaliação.

## INTRODUÇÃO

São diversas as atividades econômicas que desde a revolução industrial vêm alterando de maneira drástica o meio ambiente natural através da exploração dos recursos naturais. De acordo com o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil (2005) por mais de dois séculos, a ocupação humana e econômica da Caatinga foi baseada no consórcio gado, algodão e lavouras alimentares, porém a exploração de recursos minerais nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Bahia consolidou-se como atividade mais importante na região.

Entre todas as atividades econômicas desenvolvidas, a extração mineral se destaca como uma das que mais degrada o meio ambiente. No Estado do Rio Grande do Norte, a exploração de petróleo e gás natural se destaca como sendo a principal atividade de extração mineral, com algo em torno de 24% da produção nacional de petróleo em terra (PETROBRAS, 2010). Segundo Lima (2012) para que haja o desenvolvimento dessa atividade, o material mineral denominado de piçarra com características semelhantes ao saibro é fundamental para a demanda na construção de bases e acessos para a produção de petróleo.

A degradação do solo causada pela extração mineral é proveniente da retirada da vegetação e das camadas superficiais de solo fértil provocando grandes impactos negativos à vida microbiana do solo (SCHIAVO, 2005). O processo de recuperação por processos naturais nesses solos é extremamente limitado (LIMA, 2012), por isso a necessidade do uso de técnicas de restauração ecológica para o restabelecimento dos processos ambientais. Segundo Rodrigues et al. (2010, p. 66) “a recuperação ambiental tem enfatizado a recomposição da diversidade de espécies e a sustentabilidade dos ecossistemas recuperados, o que vem sendo tratado como restauração ecológica e, no caso específico de ecossistemas florestais, de restauração florestal”.

Entre as técnicas de restauração ecológica utilizada para recuperação de área degradada pela atividade de mineração, uma que é utilizada é o uso de serapilheira que segundo Souza et al. (2006) se for aplicada observando as condições climáticas, edáficas e o manejo adequado, torna-se uma técnica de potencial razoável para recuperar áreas degradadas. Para Martins (2007), em solo degradado, o processo de sucessão ecológica pode ser acelerado pela transferência de serapilheira e banco de sementes, tornando-a alternativa viável. A principal vantagem de se utilizar a serapilheira e o banco de semente contido no substrato é a possibilidade de restaurar o ecossistema, pois possibilita o uso da serapilheira da própria área antes de ser impactada ou áreas remanescentes circunvizinhas (RODRIGUES et al., 2010).

Visando a restauração ambiental de áreas degradadas, das quais foram retiradas as camadas superiores do solo pela atividade petrolífera, Mendes et al. (2002) desenvolveu por meio de experimentos a técnica do inóculo que consiste na utilização da serapilheira raspada de uma área em bom estado de conservação e adição do esterco bovino. Os experimentos foram implantados numa área de um hectare que antes se extraiu cascalho para utilização do desenvolvimento das atividades da empresa Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS. A área foi dividida em quatro quadrantes com 2500 m<sup>2</sup> e para cada um foi aplicado os seguintes tratamentos: área 1 – somente escarificada; área 2 – escarificada com adição de serapilheira; área 3 – escarificada com adição de esterco de curral; e área 4 – escarificada com adição de serapilheira e esterco de curral. O tratamento da área 4 apresentou os melhores resultados e indicou a mistura de 100m<sup>3</sup> de serapilheira e 30m<sup>3</sup> de esterco para cada hectare.

Ainda de acordo com Mendes et al. (2002) o inóculo trará de volta a vida microbiana do solo, a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo e o desenvolvimento de plantas superiores que formarão a nova cobertura vegetal. Segundo Lima (2012) o bioma Caatinga

apresenta incipiência de informações em relação a outros biomas sobre a recuperação de áreas degradadas pela extração mineral que tiveram as camadas superficiais do solo removidas.

No contexto restauração de áreas degradadas, o monitoramento e a avaliação das técnicas utilizadas são fundamentais no processo de restauração ecológica. Segundo Brancalion et al. (2012) o monitoramento é uma das etapas essenciais no processo completo da restauração, pois através dele é possível verificar continuamente como a área está reagindo aos tratamentos impostos. Esta etapa e a avaliação podem evidenciar a sustentabilidade futura da área.

Na busca por indicadores mais adequados e eficientes para avaliar áreas em processo de restauração, Ruiz-Jean e Aide (2005) verificaram que a maioria dos estudos no mundo avalia os processos de restauração que eles categorizam em três grandes atributos do ecossistema: a diversidade, estrutura da vegetação e os processos ecológicos.

A avaliação e o monitoramento de áreas em processo de restauração têm dado importância apenas aos aspectos ecológicos por meio de quantificação (parâmetros fitossociológico) e qualificação (florística) da vegetação ou dos atributos físicos e químicos do solo, propondo a metodologia do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica firmado em 2006, através de seus pesquisadores estabeleceu um protocolo de monitoramento holístico e integrado, que abordasse os principais fatores envolvidos no sucesso da restauração florestal (BRANCALION et. al., 2011).

Embasado nos termos do protocolo supracitado, este trabalho teve como objetivo avaliar a implantação da técnica do inóculo depois de doze anos de sua utilização em uma área de seis hectares degradada pelo desenvolvimento da atividade petrolífera no Canto do Amaro, no município de Mossoró-RN, por meio de coleta de parâmetros fitossociológicos e diagrama de perfil e analisar o resultado segundo a metodologia proposta pelo Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, fazendo as devidas adequações para utilizá-la no bioma Caatinga.

## **METODOLOGIA**

### **Descrição e Localização da Área**

A área estudada está localizada no campo de produção da atividade petrolífera, denominado de Canto do Amaro, explorada pela empresa Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS, abrangendo os municípios de Mossoró e Areia Branca. A área da pesquisa com seis hectares está localizada a 27 quilômetros do Campus Central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, altitude aproximada de 44m, latitude 5° 6' S, longitude 37° 8' W (FIGURA 1), com temperatura média anual em torno de 27,4°C. A média de precipitação anual é de 571,3 mm, o clima da região, segundo a classificação de W. Koeppen é “BSwh ou seja, clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono muito quente, com estação chuvosa no verão (Carmo Filho; Oliveira, 1989).

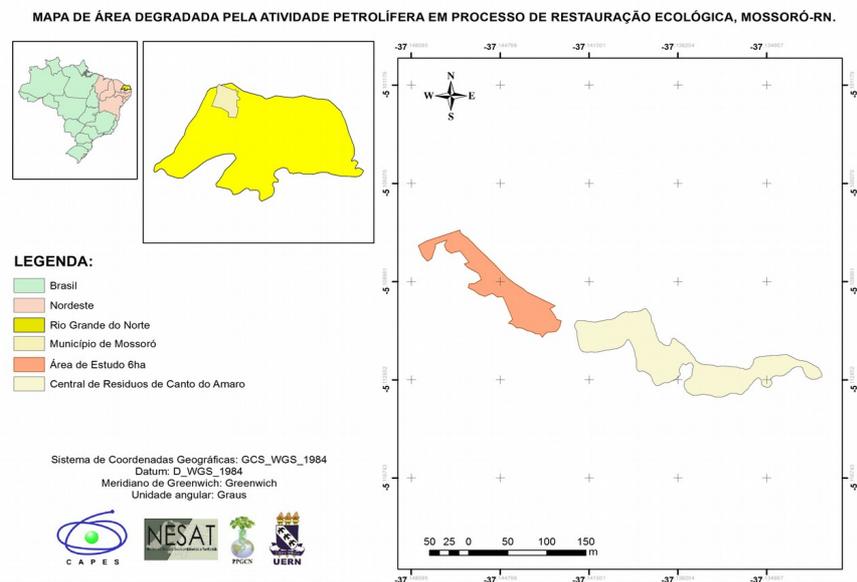
Os solos na região do campo de produção do Canto do Amaro, onde está localizada a área da pesquisa, foram mapeados e identificados por Petta et al. (2008) como: Latossolos Vermelho, Argissolos Vermelho Amarelos, Neossolos, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos, Gleissolos Tiomórficos, e Cambissolos Háplicos.

A vegetação é do tipo Caatinga Hiperxerófila - vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactácea e plantas de porte mais baixo e espalhada. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro.

A área da pesquisa no ano de 2001 se encontrava em estado de degradação avançado, sem nenhuma cobertura vegetal, o solo estava totalmente compactado devido à retirada da cobertura vegetal e o uso da área no desenvolvimento da atividade petrolífera. No ano de 2001, se utilizou da

técnica do inóculo com aplicação de 100m<sup>3</sup> de serapilheira e 30m<sup>3</sup> de esterco de curral por hectare, com o objetivo de restaurá-la num período de dez anos.

**Figura 1** – Mapa de localização da área de estudo no Canto do Amaro, Mossoró-RN



## Análise quantitativa e qualitativa da vegetação

A mensuração dos parâmetros fitossociológico das espécies arbustiva-arbóreas utilizou o método de parcelas (MÜELLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974; RODAL et al., 1992) retangulares com dimensões de 10 m x 20 m, sendo amostrada a vegetação incluída em 05 parcelas, totalizando 0,1 ha, distribuídas aleatoriamente e dispostas numa distância de 50 metros uma da outra.

A coleta de dados nas cinco unidades amostrais foi realizada através da identificação das espécies, aferição do Diâmetro Altura da Base (DAB) com fita métrica; medida da Altura das Plantas (A) com uma régua e medidas da Projeção da Cobertura de Copas dentro da unidade amostral.

Foram mensurados os indivíduos vivos e mortos dentro das parcelas, adotando como critérios de inclusão os indivíduos que apresentaram o DAB igual ou superior a 3 cm e altura mínima de 1 m (RODAL et al, 1992). Para aferição da estimativa da cobertura de copas foi utilizado o método da interseção de linhas adotado por CANFIELD (1941); MELO et al., (2007).

Os parâmetros fitossociológicos: área basal, densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, índice valor de importância e índice de equidade calculados, utilizando o programa FITOPAC 1.6 (SHEPHERD, 2006). A porcentagem de cobertura de copa arbustiva-arbórea foi calculada a partir da fórmula descrita por Melo et al. (2010):  $C\% = 100 (\sum Pi) / CT$ , onde:

- C% = cobertura percentual de copas
- Pi = projeção da copa do indivíduo i na trena (m)
- CT= comprimento total da trena

Após o levantamento dos dados descritos acima nas cinco unidades amostrais, foi escolhida numa área circunvizinha, em bom estado de conservação, uma parcela 10 m x 20 m, onde foram aplicados os mesmos métodos de coleta e análise dos dados, no qual os resultados serviram

de referência para utilização na matriz de avaliação do processo de restauração da área em processo de restauração.

O método qualitativo adotado que caracterizou a fisionomia da vegetação da área em estudo é conhecido como diagrama de perfil que representa graficamente as formas de vida e distribuição espacial da comunidade vegetal (MEGURO, 1994). Para caracterização fisionômica da área foi elaborado um diagrama de perfil, a partir um transecto (LEMOS et al., 2001; SILVA, 2010) com 20 m de comprimento e 5 m de largura, utilizando como critério de inclusão indivíduos arbóreo-arbustivos com DAB maior que 3 cm.

A partir da delimitação da parcela, mediu-se a altura de todos os indivíduos e projetou-se o desenho de cada um deles em uma folha de papel milimetrado, com a finalidade de observar a distribuição espacial e altura total (MEGURO, 1994; CAMACHO; BAPTISTA, 2005). Com posse do diagrama de perfil no papel milimetrado, transferiu-se o mesmo desenho em papel vegetal.

Vale salientar que o diagrama de perfil serve para estimar os números de indivíduos por estrato e a densidade (indivíduos/ha) para a área de estudo. O diagrama de perfil é utilizado para representar uma seção vertical da vegetação, sendo útil para descrever a distribuição das plantas em estratos (SILVA, 2010). Portanto, é uma ferramenta importante na caracterização fisionômica da área em processo de restauração.

### **Avaliação da área do estudo**

A partir dos resultados obtidos nos levantamentos qualitativo e quantitativo da vegetação, estes resultados foram aplicados numa matriz de avaliação idealizada e utilizada pelo Pacto da Mata Atlântica – PACTO (2011) que se utiliza de parâmetros ecológicos para monitorar e avaliar seus projetos de restauração ecológica, com períodos pré-estabelecidos de 1, 2, 3 e 5 anos, no qual, após esses anos de monitoramento, o mesmo deverá se repetir a cada 5 anos ou até todos os indicadores atingirem os valores mínimos de referência.

Esta metodologia do PACTO (2011) foi utilizada adequando-a para o bioma Caatinga, portanto não foram utilizados todos os parâmetros de avaliação mencionados no protocolo de monitoramento onde são descritos todos os procedimentos para avaliar uma área em processo de restauração.

Através do levantamento fitossociológico realizado no ecossistema de referência que é indicado para comparação (SER 2004; RUIZ-JAEN; AIDE, 2005), foram definidos os valores de referência para cada indicador utilizado na matriz de avaliação. A partir dos valores de referência, os parâmetros receberam pontuações de acordo com a importância de cada parâmetro analisado, no qual a soma das pontuações de todos os parâmetros foi igual a 10.

Na classificação da área avaliada de acordo com a pontuação total recebida na matriz de avaliação foi atribuído o conceito de Readequar (0 – 2,4), Regular (2,5 – 4,9), Bom (5,0 – 7,4) e Muito Bom (7,5 – 10,0) (NBL; ESALQ/USP, 2012).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Parâmetros fitossociológicos e qualitativos da vegetação**

Nas cinco parcelas inventariadas na área PRE foram amostrados 227 indivíduos. Sendo 04 espécies de 02 famílias a Fabaceae e a Euphorbiaceae, além de uma indeterminada. A espécie com maior ocorrência foi a *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir. com 114 indivíduos (50,2%), seguida por *Croton blanchetianus* Baill. com 70 (30,8%) e *Pityrocarpa moniliformis* (Benth) Luckow &

R.W.Jobson com 27 (11,9%). Na Tabela 1 apresenta-se os resultados encontrados na análise da estrutura horizontal para as cinco parcelas instaladas na área PRE em Canto do Amaro.

Analisando os dados da estrutura horizontal apresentado na Tabela 1, e extrapolando os resultados da amostra de 0,1 ha para hectare temos uma densidade média de 2270 ind.ha<sup>-1</sup>. Podemos constatar também que em relação à área basal em m<sup>2</sup>/ha na área PRE, foi de 17,91 m<sup>2</sup>/ha, sendo que a *Mimosa tenuiflora* (11,43 m<sup>2</sup>/ha) e a *Pityrocarpa moniliformis* (4,12 m<sup>2</sup>/ha) e *Croton blanchetianus* (1,91 m<sup>2</sup>/ha) foram as mais representativas. Os valores destas três espécies compreendem 63,81%, 23,00% e 10,66% respectivamente, e esses valores agregados representam 97,47% da área basal total.

**Tabela 1** – Parâmetros fitossociológicos da vegetação amostrada no Canto do Amaro nas áreas PRE e ER, Mossoró, Rio Grande do Norte, em ordem alfabética pela Família. N – Número de indivíduos amostrados; A – Quantidades de parcelas que a espécie foi amostrada; AB – Área basal m<sup>2</sup>/ha; RelDe – Densidade relativa (%); RelFr – Frequência relativa (%); RelDo – Dominância relativa (%); IVI – Índice de valor de importância.

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	RESULTADOS DA ÁREA PRE							RESULTADOS DA ÁREA ER						
	N	A	AB	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	N	A	AB	RelDe	RelFr	RelDo	IVI
EUPHORBIAC EAE <i>Croton blanchetianus</i> Baill	70	5	1,9130	30,84	25,00	10,68	22,18	22	1	0,9900	48,89	16,67	27,88	31,14
FABACEAE <i>Mimosa Arenosa</i> (Willd) Poir.	13	4	0,3080	5,73	20,00	1,72	9,15	2	1	0,1260	4,44	16,67	3,55	8,23
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd) Poir.	11 4	5	11,4300	50,22	25,00	63,82	46,35	1	1	0,0390	2,22	16,67	1,08	6,66
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth) Luckow & R.W.Jobson	27	5	4,2120	11,89	25,00	23,52	20,13	12	1	1,3570	26,67	16,67	38,20	27,18
<i>Poincianella bracteosa</i> (Tul.) L.P.Queiroz	-	-	-	-	-	-	-	5	1	0,9890	11,11	16,67	27,83	18,53
Não Identificada I	3	1	0,0470	1,32	5,00	0,26	2,19	-	-	-	-	-	-	-
Não Identificada II	-	-	-	-	-	-	-	3	1	0,0520	6,67	16,67	1,46	8,26
<b>TOTAL</b>	<b>227</b>	<b>5</b>	<b>17,9100</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>45</b>	<b>1</b>	<b>3,5530</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Os resultados obtidos no Ecossistema de Referência – ER e descritos na Tabela 2 serviram para uso posterior na matriz de avaliação. Foram encontradas 05 espécies pertencentes a 02 famílias, sendo elas, Fabaceae e Euphorbiaceae, e espécie não identificada. Com densidade média de 2250 ind.ha<sup>-1</sup>. A área basal de 3,55 m<sup>2</sup> na área amostrada, quando extrapolando o valor para hectare resulta em 17,76 m<sup>2</sup>/ha.

No levantamento fitossociológico na área do estudo PRE e na área de referência ER foram encontradas as mesmas famílias taxonômicas, a Fabaceae e a Euphorbiaceae, no qual, de acordo Calixto Júnior e Drumond (2011) as espécies destas famílias representam as mais comuns em estudos da vegetação para o bioma Caatinga, abrangendo a maior parte das espécies lenhosas. O número reduzido de espécies registradas na área PRE (5) e na ER (6) demonstra a baixa diversidade

de ambas as áreas, entretanto, valores próximos foram encontrados por Andrade et al. (2011), 6 espécies na região do semiárido paraibano em área de Caatinga e por Camacho (2001), 9 espécies na estação ecológica do Seridó do Rio Grande do Norte.

De acordo com Andrade et al. (2005), embora os critérios amostrais sejam diferenciados nos estudos de fitossociologia na Caatinga, estes têm apresentados resultados de densidade da vegetação e área basal que variam entre 459 a 7.015 ind.ha<sup>-1</sup> e 2,38 a 50,32 m<sup>2</sup>/há<sup>-1</sup> respectivamente. Sendo assim, os resultados para densidade e área basal de 2270 ind.ha<sup>-1</sup>, 17,91m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> na área PRE e de 2250 ind.ha<sup>-1</sup> 17,76 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> na área do ER estando dentro dos valores especificados por Andrade et al (2011). Outras pesquisas em ambientes de Caatinga registraram valores maiores para área basal Oliveira et al. (2009) (20,77 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>), Ferraz (2006) (32,03 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>), Alcoforado-Filho et al. (2003) de (24,9 m<sup>2</sup>/há<sup>-1</sup>) utilizando parcelas 10 x 20 m e utilizando os mesmos critérios de inclusão deste estudo.

O valor registrado para área basal na área PRE mostra a dominância da espécie *Mimosa tenuiflora* com 11,43 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>, esta espécie de estágio inicial na sucessão ecológica, já para a área ER a *Mimosa tenuiflora* representou a menor área basal, essa redução drástica da *Mimosa tenuiflora* ocorre, de acordo com Calixto Júnior e Drumond (2011) por se tratar de uma espécie pioneira, indicadora de sucessão secundária progressiva ou de recuperação, na qual tende ao longo do processo, a reduzir a densidade.

A relação entre o número total de indivíduos de todas as espécies pelo número de indivíduos de uma determinada espécie resulta no parâmetro densidade relativa, onde as espécies que apresentaram os maiores valores na área PRE foi a *Mimosa tenuiflora* (50,22%) e o *Croton blanchetianus* (30,84%) e na área ER *Croton blanchetianus* (48,89%) e a *Pityrocarpa moniliformis* (26,67%).

Os resultados encontrados no parâmetro de dominância relativa demonstram a similaridade com os valores da área basal individual de cada espécie pela área basal total, sendo que *Mimosa tenuiflora* (63,82%), *Pityrocarpa moniliformis* (23,52%) e o *Croton blanchetianus* (10,68%) foram as espécies mais dominantes na área PRE, certamente por terem apresentados os maiores valores de áreas basais. Na área ER a dominância relativa foi da espécie *Pityrocarpa moniliformis* (38,20%) *Croton blanchetianus* (27,88%).

Os resultados apresentados para os parâmetros área basal, densidade relativa e dominância relativa na área PRE mostraram que as espécies *Mimosa tenuiflora*, *Pityrocarpa moniliformis* e o *Croton blanchetianus* foram as espécies que se destacaram na área PRE, esse destaque se explica por terem sido as espécies amostradas em todas as parcelas, tendo assim, uma frequência relativa de 100%. Para frequência relativa da área ER o valor de 16,67% foi obtido para todas as espécies encontradas, esse valor se deu por ter sido amostrada apenas uma parcela para referência.

A soma dos parâmetros densidade relativa, dominância relativa e frequência relativa demonstra o índice de valor de importância de cada espécie, ou seja, o valor ecológico da espécie para as áreas de estudo. Sendo assim, a *Mimosa tenuiflora* (46,35%), *Croton blanchetianus* (22,18%) e a *Pityrocarpa moniliformis* (20,13%) são as espécies mais importantes da área PRE e na área ER, o *Croton blanchetianus* (31,14%), *Pityrocarpa moniliformis* (27,18%) e a *Poincianella bracteosa* (18,53%) foram os maiores resultados para IVI.

No cálculo de projeção da Cobertura de Copa (CO) arbustivo-arbórea, os valores apresentaram semelhança, sendo que nas cinco parcelas da área PRE a variação foi de 77% a 95% com média total de 88,1%. Já para o ER a CO apresentou valor de 95,5% de cobertura arbustivo-arbórea, demonstrando assim que o ecossistema preservado apresenta uma cobertura de copa maior, no qual o dossel esta mais uniforme.

Os diagramas de perfil da vegetação na área PRE e no ER demonstram a distribuição espacial dos indivíduos e suas diferentes alturas. Os resultados apresentam na área PRE mostra duas classes de alturas de plantas, a primeira com dominância do *Croton blanchetianus* variando de 1,7 m a 2,9 representando 60% e a segunda classe variando 3,0 m a 6,0 m que representa 40% dos indivíduos inventariados, sendo que a *Mimosa tenuiflora* se destaca com maior densidade de indivíduos. Verifica-se através do diagrama de perfil uma densidade maior de plantas de uma vegetação arbustiva com presença de alguma ocorrência de espécie arbórea.

Na área do ER houve uma inverção nos valores de ocorrências das classes. Para primeira classe de altura registrou-se oito indivíduos de *Croton blanchetianus* e para segunda classe registrou quinze indivíduos das espécies *Poincianella bracteosa* e *Pityrocarpa moniliformis*. Verificou-se ainda, a ocorrência do estrato herbáceo. A maior altura registrada foi de 7,0 m para um indivíduo *Pityrocarpa moniliformis*. Nota-se pelo diagrama de perfil obtido, a ocorrência da predominância de espécies arbóreas de maior porte.

### Avaliação da área de estudo pelos indicadores

Para avaliar a área em processo de restauração pela técnica do inóculo por meio da matriz de indicadores ecológicos foram utilizados os resultados obtidos nos parâmetros fitossociológicos amostrados na área PRE e os níveis de aceitação dos indicadores foram idealizados de acordo com os resultados encontrados na área ER.

A partir das espécies identificadas nos levantamentos fitossociológicos e classificadas de acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (2014) identificou-se 02 espécies endêmicas do Brasil a *Mimosa arenosa* e a *Poincianella bracteosa*, sendo que a primeira ocorreu nas duas áreas.

O valor da equidade calculado pelo FITOPAC 1.6 (SHEPHERD, 2006) resultou no valor de 0,6, sendo que de acordo com Meguro (1994) quanto mais próximo de 1,0 maior será a diversidade.

Em relação à classificação das espécies verificou-se a que grupo ecológico elas pertenciam, no qual das 05 espécies registradas nas áreas, apenas a *Poincianella bracteosa* como não-pioneira e a *Croton blanchetianus*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Mimosa Arenosa* *Mimosa tenuiflora* como espécies pioneiras, ou seja, resistentes a fatores abióticos adversos como a pouca disponibilidade hídrica da região do estudo.

**Tabela 2** – Matriz de Avaliação da área em processo de restauração pela técnica do inóculo, em Canto do Amaro, Mossoró-RN.

Parâmetro	Valor de Referência	Valor Observado	Aceitável > 80%	Parcialmente aceitável 50-80%	Não aceitável < 50%	Peso* Total	Peso Recebido
Densidade geral de espécies (ind.ha <sup>-1</sup> )	2250	2270	100	-	-	2,00	2,00
Altura média (cm)	448	329	-	73,4	-	0,50	0,36
Área basal m <sup>2</sup> /ha <sup>-1</sup>	17,76	17,91	100	-	-	1,00	1,00
Nº espécies endêmicas do Brasil.	2	1	-	50		1,50	0,75
Equidade (E) de	1,0	0,6		60		1,00	0,60

espécies							
Ind. Pioneiro (50%) e não pioneiros (50%)	P - 4 NP - 1	P - 4 NP - 0	-	50	-	1,50	0,75
Cobertura de copas (%)	95,5	88,1	92,2			1,00	1,00
Nº indivíduos exóticos invasores (%)	0	0	100	-	-	0,50	0,50
Estratificação vertical	3	2	-	66,7	-	1,00	0,67
<b>Total</b>						<b>10,00</b>	<b>7,63</b>

\*a nota do peso foi dada de acordo com o nível de aceitação, onde Aceitável recebeu o Peso total, Parcialmente Aceitável recebeu de 50-80% do Peso e Não Aceitável recebeu a porcentagem obtida.

Dos nove parâmetros avaliados, apenas três obtiveram o nível de aceitação máximo, sendo eles densidade de ind.ha<sup>-1</sup>, área basal m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> e a inexistência de espécies exóticas. Por apresentar resultado acima dos 80% estabelecido para o nível aceitável, o parâmetro cobertura de copas também recebeu peso máximo na pontuação.

Outros cinco parâmetros receberam os peso de acordo com o nível parcialmente aceitável, sendo eles altura média, número de espécies endêmicas para Brasil, índice de equidade, indivíduos pioneiros e não pioneiros e estratificação vertical, no qual receberam 73,4%, 50%, 60%, 50% e 66,7% respectivamente, do peso estabelecido.

O resultado final na matriz de avaliação da área em processo de restauração pela técnica do inóculo em Canto do Amaro, Mossoró com 6 ha, obteve a pontuação total de 7,63 estando dentro do conceito Muito bom que é referente a valores entre 7,5 - 10,0. Entretanto com recomendações de aperfeiçoamento, principalmente para os cinco parâmetros que não atingiram os valores aceitáveis.

Como recomendações, sugere-se o monitoramento do ingresso de outras espécies da Caatinga visando o enriquecimento da diversidade da área, seja por meio natural ou com plantio de outras espécies.

## CONCLUSÕES

Os estudos fitofiosômicos, permitiram identificar três padrões distintos ocorrentes ao longo do experimento a caatinga arbórea, presente nas parcelas amostradas; caatinga arbustiva predominante, além dessas, a caatinga herbácea que está presente principalmente nesta época do período chuvoso, mostrando a viabilidade da técnica do inóculo aplicado ao PRAD na caatinga.

O trabalho fitossociológico forneceram informações da diversidade biológica e ambiental do local permitindo determinar os padrões da vegetação, o processo de sucessão ecológica observada no acompanhamento da área em estudo. Características fitofisionômicas, identificação dos táxons e suas relações no ambiente fisiográfico numa área degradada no RN.

## REFERÊNCIAS

ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; RODAL, M.J.N. **Florística e Fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco**. Acta Botânica Brasílica. v.17, n.2, p.287-303. 2003.

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; ARAÚJO, E. L. Estudos de Fitossociologia em Vegetação de Caatinga. In: FELTILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. **Fitossociologia no Brasil**. Viçosa: UFV, 2011. Cap. 12, p. 339-371.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, **11**: 253-262. 2005.

BRANCALION, P. H. S.; PADOVEZI, A.; FARAH, F. T.; VIANI, R. A. G.; BARRETO, T. E.; RODRIGUES, R. R. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração florestal: o exemplo do pacto pela restauração da mata atlântica. In: BARBOSA, Luiz Mauro (Ed.). **Anais do VI Simpósio de Restauração Ecológica: Desafios Atuais e Futuros**. São Paulo: Instituto de Botânica - SMA, 2011. p. 344.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, Sebastiao Venâncio (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: UFV, 2012. Cap. 9. p. 262-293.

CALIXTO JÚNIOR, João Tavares; DRUMOND, Marcos Antônio. Estrutura fitossociológica de um fragmento de caatinga sensu stricto 30 anos após corte raso, Petrolina-PE, Brasil. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 24, n. 2, p.67-74, abr. 2011.

CAMACHO, Ramiro Gustavo Valera; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello. Análise geográfica computadorizada aplicada à vegetação da caatinga em unidades de conservação do Nordeste: a Estação Ecológica do Seridó-ESEC/RN/Brasil. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. 2005, Goiânia. INPE, 2005. p. 2611 - 2618.

CAMACHO, Ramiro Gustavo Valera. **Estudo fitofisiográfico da Caatinga do Seridó: estação ecológica do Seridó, RN**. 2001. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CANFIELD, R.H. Application of the line interception method in sampling range vegetation. 1941. **Journal of Forestry**, v.39, p.388-394.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró: um município do semiárido: caracterização climática e aspecto florístico**. Mossoró: UFERSA, 1989. 62 p. (Coleção Mossoroense, 672, série B).

FERRAZ, J. S. F.; ALBUQUERQUE, U. P.; MEUNIER, I. M. J. Valor de uso e estrutura da vegetação lenhosa as margens do Riacho do Navio, Floresta, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.19, n.1, p.125-134, 2006.

LEMOS, Maria Cristina; PELLENS, Roseli and LEMOS, Lilian Cristiane de. Perfil e florística de dois trechos de mata litorânea no Município de Maricá - RJ. **Acta Bot. Bras.** [online]. 2001, vol.15, n.3, pp. 321-334. ISSN 0102-3306. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062001000300004>.

LIMA, Khadidja Dantas Rocha de. **Avaliação de espécies arbóreas e técnicas de plantio para recuperação de áreas degradadas por exploração de piçarra na Caatinga, RN**. Dissertação de Mestrado em ciência do solo, Programa de pós-graduação em ciência do solo, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN. 2012. 83 p.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2º Viçosa-MG. Ed. Aprenda Fácil, 2007. 255 p.

MEGURO, Marico. **Métodos em ecologia vegetal**. São Paulo: USP, 1994. 118 p.

MELO, A.C.G.; MIRANDA, D.L.C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2. 2007, p. 321-328.

MELO, A.C.G., REIS, C.M., RESENDE, R.U. **Guia para Monitoramento de reflorestamentos para Restauração**. Projeto Mata Ciliar, Circular Técnica. SMA. UCPRMC. 2010. 10p.

MENDES, Benedito Vasconcelos; ALCÂNTARA, Antônio Queiroz; XAVIER, José Ivanaldo Dias. Recuperação de áreas degradadas, pela “Técnica do Inóculo”. Mossoró. UERN-CEMAD, 2002. 18 p.

NBL, Engenharia Ambiental LTDA.; ESALQ/USP, Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal -. **Monitoramento da restauração florestal em áreas de preservação ambiental da usina Batatais, município de Batatais, SP**. São Paulo, 2012. 405 p.

PACTO PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. (São Paulo). **Protocolo de monitoramento para programas /projetos de restauração florestal**. São Paulo, 2011. 40 p.

PAN-BRASIL, **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2005.

PETROBRAS. **Produção nacional de petróleo**. 2010. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/noticias/nossa-producao-de-petroleo-no-brasil-aumentou-4-7-em-novembro/>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

PETTA, Reinaldo A.; MEYER, Michael; SINDERN, Sven.; NASCIMENTO, P. S. **MARISCO – monitoramento de áreas de risco e avaliação da sensibilidade ambiental a derramamentos** de óleo na Bacia Potiguar Oeste (RN). In: **Anais II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. 2008, Recife.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema Caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1992. 24 p.

RODRIGUES, Bruna Dias; MARTINS, Sebastião Venâncio; LEITE, Hélio Garcia. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do Banco de sementes do solo para restauração florestal em Áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol.34, n.1, p.65-73, 2010.

RUIZ-JAEN, M.C., AIDE, T.M., 2005. Restoration Success: how is it being measured? **Restoration Ecology**. Vol. 13, nº 3.

SCHIAVO, Jolimar Antonio. **Revegetação de áreas degradadas pela extração de argila, com espécies micorrizadas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis***. 2005. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal, Departamento de Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – RJ, 2005.

SER – Society for Ecological Restoration International, Science&Policy Working Group. The SER International Primer on Ecological Restoration. 2004. Tucson, Arizona. Disponível em: <http://www.ser.org>. Acessado em: 14 abril de 2013.

SHEPHERD, G.J. 2006. FITOPAC I. **Manual do Usuário**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, Izabel Cristina da. **Caracterização fisionômica de fragmentos vegetacionais do Distrito de Rubião Júnior, município de Botucatu, São Paulo**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP, 2010.

SOUZA, Patrícia Aparecida de; VENTURIN, Nelson; GRIFFITH, James Jackson; MARTINS, Sebastião Venâncio. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Revista Cerne**. Vol. 12, n. 01, p. 56-67, Lavras, Brasil. 2006.