

## **Influência de práticas conservacionistas na recuperação de áreas degradadas no semiárido**

### **Influence of conservationist practices in the recovery of degraded areas in the semi-arid region**

DOI:10.34117/bjdv7n1-629

Recebimento dos originais: 13/12/2020

Aceitação para publicação: 22/01/2021

#### **Eliton Sancler Gomes Sales**

Doutorando em Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
E-mail: elitonsancler@hotmail.com

#### **Fabírcia Torreão Araújo de Alcântara**

Especialista em Educação Ambiental, Professora da Secretaria de Educação e Cultura do Estado da Paraíba  
E-mail: torreaoalcantara@yahoo.com.br

#### **Fabiano da Silva Araújo**

Engenheiro de Biosistemas, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba  
E-mail: fabiano\_engenharia@hotmail.com

#### **Carina Seixas Maia Dornelas**

Doutora em Agronomia, Professora do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande  
E-mail: carina.seixas@professor.ufcg.edu.br

#### **Hugo Moraes de Alcântara**

Doutor em Recursos Naturais, Professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande  
E-mail: hugo.morais@professor.ufcg.edu.br

### **RESUMO**

A erosão do solo é considerada como um dos grandes problemas ambientais no mundo, sendo observada tanto em solos utilizados para fins agrícolas como cobertos por florestas, mas tem aumentado consideravelmente devido as alterações antrópicas e climáticas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de práticas conservacionistas mecânicas e edáficas sobre a geração do escoamento e a produção de sedimentos em unidades experimentais do Semiárido paraibano. Vinte e duas mudas de espécies nativas da Caatinga foram implantadas em uma área de 100m<sup>2</sup> e barramentos de pedras no curso d'água principal de uma microbacia, associados ao regime de pousio, entre 2015 e 2016,

para comparar com áreas sem práticas conservacionistas. Foi possível observar aumento da lâmina escoada anual na parcela 2 (P2) em relação a parcela 1 (P1) de até 0,69% e redução da lâmina escoada anual, na microbacia 3 (MB3) em relação a microbacia 2 (MB2), de até 79,13%. A redução da produção anual de sedimentos de P2 em relação a P1, foi de até 32,06% e da produção anual de sedimentos da MB3 em relação a MB2, foi de 80,56%, o que demonstra a importância da associação de práticas conservacionistas para redução da perda de solo em áreas degradadas. Foi possível concluir que o pantio de mudas de espécies nativas da Caatinga e a construção de barramentos de pedra em curso d'água, associados ao regime de pousio, favorece a redução da perda de solo em parcelas e microbacias, além de auxiliar na recomposição da vegetação de áreas degradadas.

**Palavras-chave:** Semiárido, degradação, unidades experimentais.

### ABSTRACT

Soil erosion is considered as one of the major environmental problems in the world, being observed both in soils used for agricultural purposes and covered by forests, but it has increased considerably due to anthropic and climatic changes. The objective of this work was to evaluate the influence of mechanical and edaphic conservationist practices on the runoff and sediment yield in experimental units in the Semiarid zone at Paraíba. Twenty-two seedlings of species native to the Caatinga were implanted in an area of 100m<sup>2</sup> and stone dams in the main watercourse of a micro-basin, associated with the fallow regime, between 2015 and 2016, to compare with areas without conservationist practices. It was possible to observe an increase in the annual runoff in plot 2 (P2) in relation to plot 1 (P1) of up to 0.69% and a reduction in the annual runoff in micro-basin 3 (MB3) in relation to micro-basin 2 (MB2), up to 79.13%. The reduction in the annual of sediment yields from P2 in relation to P1, was up to 32.06% and in the sediment yields from MB3 in relation to MB2, was 80.56%, which demonstrates the importance of the association of practices conservationists to reduce soil loss in degraded areas. It was possible to conclude that of seedlings of native species of the Caatinga and the construction of stone dams in the watercourse, associated with the fallow regime, favors reduction of soil loss in plots and micro-basins, besides helping in the restoration of vegetation at degraded areas.

**Keywords:** Semi-arid, Degradation, Experimental Places.

## 1 INTRODUÇÃO

A erosão do solo é considerada como um dos grandes problemas ambientais no mundo, sendo observada tanto em solos utilizados para fins agrícolas como os cobertos por florestas. Aproximadamente um terço dos países europeus expõe mais de 20% de suas áreas agrícolas a erosão hídrica que têm aumentado em gravidade e extensão (CANTALICE et al., 2016; CÂNDIDO et al., 2014). Bertoni e Lombardi Neto (2010) indicaram uma perda anual de solo de 500.10<sup>6</sup> Ton no Brasil, para o ano de 1999. Esta quantidade de perda de solo é definida em termos de degradação como declínio em longo

prazo na função e produtividade de um ecossistema, tendo como consequência, prejuízos ao setor agrícola e o agravamento de problemas econômicos e sociais no meio rural (GUADAGNIN et al., 2005).

Os impactos provenientes da erosão hídrica são mais severos em regiões semiáridas, por possuírem solos jovens, pouco desenvolvidos ou rasos, impactados pela constante retirada da sua cobertura vegetal nativa para implantação principalmente de pastagens (AGUIAR et al., 2006), pois essas áreas de caatinga têm formidável importância nas funções ecológicas como sumidouro de carbono (SILVA et al., 2017a). Embora a maior parte da precipitação pluvial registrada na região semiárida do Brasil ser convertida em elevados níveis de evapotranspiração, devido à alta incidência de radiação solar (SILVA et al., 2017b), a sua elevada sazonalidade proporciona valores extremos de chuva (SANTOS et al., 2017), com consequente aumento do escoamento superficial.

A adoção de práticas conservacionistas que minimizem a erosão e consequentemente as perdas de matéria orgânica pode favorecer a manutenção da sua produtividade ao longo do tempo e reduzindo o risco de compactação (GUADAGNIN et al., 2005). Entre as principais práticas conservacionistas, destacam-se as biológicas e as mecânicas (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2010). As práticas conservacionistas de origem biológica têm a finalidade de manter ou recompor a rugosidade da superfície, aumentando a densidade das espécies por unidade de área e cobertura da superfície foliar, que atua diretamente na amortização do impacto das gotas da chuva sobre o solo, potencializando a infiltração devido a interceptação, reduzindo o escoamento e consequentemente minimizando a erosão (COELHO, 2005).

As práticas de conservação do solo consideradas como mecânicas são aquelas em que se recorre a estruturas artificiais para reduzir a velocidade de escoamento da enxurrada e facilitar a infiltração da água no solo. Entre as práticas mecânicas mais difundidas podemos citar o plantio em curvas de nível, o terraceamento e a utilização de barramentos de pedras ou de pneus usados (LEPSCH, 2010).

A adoção de práticas conservacionistas deve ser prioritária para a manutenção dos produtores rurais no campo e de suas atividades produtivas (ALCÂNTARA, 2013). O uso da terra tanto quanto dos recursos naturais em geral deve levar em consideração a possibilidade de restauração dos ecossistemas com uso de técnicas adequadas em extensão que garanta a continuidade do equilíbrio ecológico. Por meio de um

planejamento ambiental adequado usando técnicas conservacionistas, haverá possibilidade de redução de danos ao meio ambiente (TANG et al., 2014).

Estudos em parcelas e microbacias experimentais na região do semiárido podem auxiliar na escolha de estratégias de conservação do solo e da água. Sendo assim, quantificar as perdas de solo sob diversas condições de uso é essencial para avaliação e posterior tomada de decisão dos produtores rurais na escolha das estratégias de conservação associada a práticas produtivas tradicionais e culturais (AMARAL et al., 2014; ROSHANI et al., 2014). A quantificação do escoamento e da produção de sedimentos em parcelas experimentais e microbacias poderão auxiliar quantitativamente e qualitativamente o planejamento ambiental direcionado para a conservação de solo e água visando o controle da degradação ambiental no meio rural (CARVALHO et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de práticas conservacionistas mecânicas e de recomposição da vegetação sobre a lâmina escoada e a produção de sedimentos em áreas experimentais que variam de 100 m<sup>2</sup> a 16300 m<sup>2</sup> na região do semiárido paraibano. O entendimento dos mecanismos dos processos erosivos faz-se necessário para a escolha das alternativas conservacionistas de uso e ocupação do solo adequadas e eficazes no meio rural.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área experimental está localizada na Fazenda Experimental de São João do Cariri, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, que faz parte da área de drenagem da Bacia Experimental de São João do Cariri (BESJC), localizada na parte média da bacia do Rio Taperoá, entre as coordenadas 7° 20' 12" e 7° 23' 17" de latitude Sul, 36° 31' 22" e 36° 33' 26" de longitude Oeste, sendo composta por duas parcelas de 100 m<sup>2</sup> e duas microbacias com ordem de grandeza de 1 ha.

*As parcelas 1 (P1) e 2 (P2) possuem de área 100 m<sup>2</sup>, 4,5 m de largura e 22,2 m de comprimento, declividades de 3,4% e 3,6%, respectivamente. As microbacias 2 (MB 2) e 3 (MB 3) são aninhadas, possuem áreas de 0,16 e 1,63 ha, declividades de 6,9 e 7,1%, respectivamente. O tipo de solo predominante da área experimental é o Luvissolo*

*Crômico Órtico, grupo hidrológico C, com porosidade igual a 0,398 e densidade de 1,65 g/cm<sup>3</sup>.*

Na Bacia Experimental de São João do Cariri os trabalhos foram iniciados em 1985, por meio da cooperação técnica estabelecida entre o Brasil e Alemanha, com realização dos primeiros trabalhos de campo e, a partir de 1987, foram instalados os primeiros equipamentos em estações fluviométricas, pluviométricas e climatológica convencional de superfície.

Por meio dos projetos de pesquisa “Implantação de Bacias Experimentais no Semiárido (IBESA)” e “Bacias Experimentais e Representativas (BEER)”, da Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA), foram obtidos recursos financeiros do Fundo Setorial de Recursos Hídricos do Ministério da Ciência e Tecnologia (CT-HIDRO) e da Fundação Toyota, o que permitiu a manutenção das instalações existentes, construção e instalação de parcelas tipo Wischmeier (100,0m<sup>2</sup>) e microbacias experimentais com ordem de grandeza de 1 ha, além da ampliação e modernização dos sistemas de aquisição de dados, no período de 1999 a 2003 (Figura 1).

Figura 1 – Parcelas e microbacias



Fonte: UFCG/Bacia Experimental de São João do Cariri

A classificação climática de Köppen-Geiger indica que o clima da região é do tipo BSHs’ marcado por escassez e irregularidade das precipitações pluviais e presença de temperaturas elevadas. A temperatura média anual é de 25°C e a umidade relativa média anual é de 57% (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002).

Os solos são rasos, atualmente chamados de jovens, pouco porosos e predominantemente plásticos, subsolo derivado do embasamento cristalino, vegetação

típica do bioma Caatinga, com altitudes variando entre 450 a 550 m (ARAÚJO et al., 2010).

Na Tabela 1 podemos observar algumas características físicas, morfológicas, de cobertura vegetal das microbacias.

Tabela 1 – Características das microbacias

Microbacia	Área (ha)	Declividade (%)	Cobertura vegetal
2	0,16	6,9	Caatinga arbórea arbustiva aberta
3	1,63	7,1	Caatinga arbórea arbustiva aberta

Fonte: UFCG/Bacia Experimental de São João do Cariri

Na parcela 2 (P2) foram implantadas 22 mudas de seis espécies nativas da Caatinga enquanto na microbacia (MB 3) já existiam barramentos de pedras no talvegue do curso d'água principal, em área degradada com presença de espécies nativas da Caatinga. Para que não houvesse a interferência dos animais que estão presentes na área da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, a área de implantação das mudas foi isolada por meio de estacas de concreto e telas, não permitindo assim, o acesso dos caprinos e ovinos que utilizam a área do entorno como local de pastagem.

## 2.2 MONITORAMENTO CLIMÁTICO E HIDROSSEDIMENTOLÓGICO

O monitoramento climático e hidrossedimentológico ocorre em regime permanente na Bacia Experimental de São João do Cariri por meio de uma estação climatológica de superfície automática, duas estações fluviométricas e cinco estações pluviométricas, sendo três destas automáticas. Os dados pluviométricos utilizados foram coletados por meio de um pluviômetro convencional de fabricação nacional, tipo Ville de Paris, instalado na estação climatológica de superfície (7° 22' 45'' S e 36°31'47,2'' W).

No ano de 2015, alguns sensores da estação climatológica de superfície foram trocados com apoio financeiro de projeto universal do CNPQ. Os sensores de temperatura e umidade relativa do ar, radiação global, de temperatura e umidade do solo foram substituídos, bem como o datalogger CR10X pelo CR1000.

A quantificação do volume escoado é realizada em cada fossa de sedimentos ou no(s) tanque(s) instalados próximo a seção final das parcelas, usando a medição do nível

de água e o convertendo em volume, com auxílio da relação cota *versus* volume. Nas microbacias o volume transbordado é calculado encontrando-se a área abaixo da curva desenhada no hidrograma, obtidas por linígrafos tipo bóia e contrapeso convencionais. Os volumes quantificados em cada unidade experimental são convertidos na lâmina escoada em milímetros.

A produção de sedimentos é quantificada após a medição da massa seca das amostras realizadas em cada dispositivo de coleta seguindo o roteiro de medição padrão utilizado desde a década de 1970, em estudos realizados em bacias experimentais e representativas no Semiárido brasileiro, cujos detalhes podem ser obtidos em Srinivasan et al. (2004). Após a quantificação da massa seca de cada cheia é obtida a produção de sedimentos em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Após as coletas realizadas nas parcelas e microbacias faz-se uma limpeza em todos os sistemas coletores para que não seja possível o acúmulo de água e sedimentos de uma cheia anterior para a seguinte.

### 2.3 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES DE MUDAS USADAS PARA A RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO

Foram selecionadas trinta e uma mudas de espécies nativas do bioma Caatinga, sendo seis de catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz), sete de pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.), quatro de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir.), dez de jurema de imbirá (*Mimosa ophthalmocentra* Mart. Ex Benth.) e quatro jurema branca (*Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke). Exceto as mudas de catingueira (*P. pyramidalis*), cultivadas a céu aberto, todas as demais permaneceram sob telado de malha 50, que permite apenas 50% da passagem da luz solar e irrigadas duas vezes por dia, no início e final do dia, sob coordenação do Laboratório de Ecologia e Botânica do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, o campus de Sumé da Universidade Federal de Campina Grande.

Para o plantio das mudas houve a necessidade de realização de período de adaptação com as condições climáticas locais, sem a proteção do telado, com duração de quarenta e um dias, ocorrido entre 16 de outubro e 26 de novembro de 2014. Neste período as mudas foram retiradas do telado e expostas à luz solar direta, codificadas por

tipo e inseridas em canteiros. Este tipo de manejo permitiu identificar às espécies com maior possibilidade de adaptação as condições climáticas naturais da região.

As mudas de jurema de imbira (*M. ophthalmocentra*), jurema preta (*M. tenuiflora*) e jurema branca (*P. stipulacea*) apresentavam altura variando entre 0,4 m e 1,7 m. As demais mudas apresentavam altura variando entre 0,3 m e 0,8 m.

As espécies foram separadas, delimitados por paredes de alvenaria de tijolos cerâmicos furados e rebocados com argamassa, pintadas com tinta de cor branca a base de cal e irrigadas apenas uma vez por dia. Apenas 22 das 31 mudas foram selecionadas para implantação, pois algumas das espécies com maior porte, como as juremas, não resistiram e foram substituídas por mudas de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) que haviam sido cultivadas sob condição natural na área externa do telado, também irrigadas diariamente.

#### 2.4 IMPLANTAÇÃO DAS MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS DA CAATINGA

Para a distribuição das mudas na área da parcela 2 (P2), de acordo com as recomendações do grupo de trabalho do Laboratório de Ecologia e Botânica do CDSA-UFCG, para a necessidade de bom desenvolvimento de cada planta, produção de copa homogênea e proteção do solo da área em estudo, as mudas foram distribuídas com distanciamento mínimo entre as espécies de 2,0 m e de 0,5 m para a extremidade da parcela, totalizando uma distribuição de 22 mudas, com berços de 0,5 m x 0,5 m, profundidade de 0,04 m.

As espécies foram implantadas após a ocorrência de uma precipitação maior que 100,0 mm ocorrida no mês de novembro de 2014. Durante o plantio, cada muda recebeu adubação por meio de esterco bovino, necessário para torná-las produtivas, além de cobertura de matéria orgânica sobre o berço, com objetivo de manutenção da umidade após a irrigação. Após estes procedimentos as mudas implantadas receberam reforço hídrico com irrigação semanal no início ou final do dia. O acompanhamento das espécies foi realizado semanalmente para verificação da mortalidade e o sucesso da adaptação às condições climáticas locais.

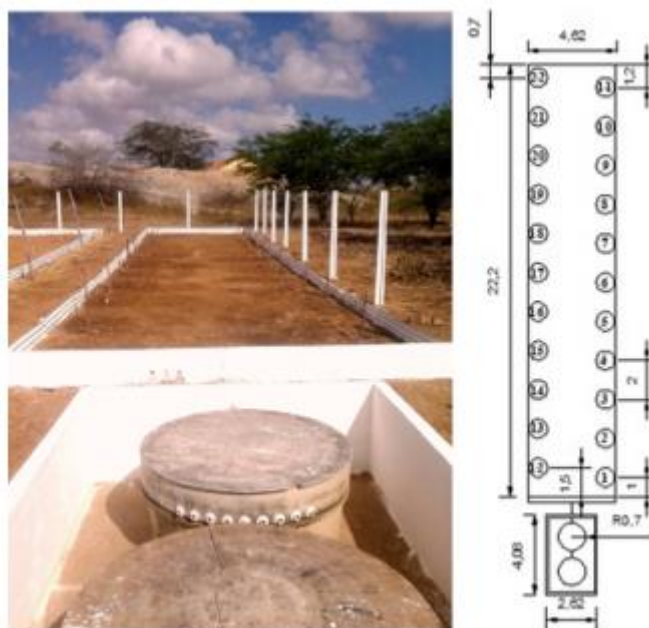
Inicialmente foi realizada a rega por meio de baldes diretamente nos berços, totalizando o volume de 250 litros por aplicação, mas devido à falta de adaptação de algumas espécies houve a necessidade de alteração do modo de rega. A partir de 13 de



fevereiro de 2015, a rega foi realizada três vezes por semana, com uma lâmina de 2,5 mm por dia (250 litros), mas sob toda área da parcela 2 (P2). Nos dias 27 e 28 de fevereiro de 2015, foi aplicada uma lâmina de 3,8 mm por dia (380 litros).

Na Figura 2 observa-se com auxílio do croqui a localização das espécies implantadas na área de uma das parcelas de 100 m<sup>2</sup>.

Figura 2 – Detalhe da área da parcela 2 (P2) com recomposição da vegetação



Fonte: acervo dos próprios autores

No Quadro 1 foi indicada a posição de cada muda implantada na área da parcela 2 (P2), o nome popular, científico e o código de identificação utilizado desde a seleção das espécies.

Quadro 1 - Identificação das mudas implantadas na parcela 2

Posição	Nome Popular	Nome Científico	Código de Identificação
01	Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	1000
02	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	1124
03	Jurema de imbira	<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	1335
04	Pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i>	434
05	Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i>	742
06	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	1133
07	Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	949
08	Pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i>	364
09	Jurema de imbira	<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	1325

10	Pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i>	383
11	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	1150
12	Pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i>	405
13	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	1138
14	Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	1031
15	Jurema de imbirá	<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	1343
16	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	1168
17	Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	976
18	Pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i>	396
19	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	1135
20	Pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i>	410
21	Jurema de imbirá	<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	1338
22	Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	1035

## 2.5 ACOMPANHAMENTO DAS ESPÉCIES IMPLANTADAS

Após a implantação das espécies na área experimental o monitoramento das mudas foi realizado semanalmente, sempre coincidindo com os períodos de rega após a implantação. Após três meses de implantação das mudas, foi alterado o período de rega, que passou a ser realizado duas vezes por semana, com aplicação de 4,0 mm (400 litros), sobre toda a área da parcela 2 (P2). Algumas mudas não resistiram as condições climáticas locais, mesmo com essa periodicidade de rega.

No Quadro 2 é possível observar, de acordo com a posição indicada no croqui da Figura 2, as doze mudas que não resistiram ao clima local e as espécies selecionadas para a substituição.

Quadro 2 – Identificação das mudas implantadas que não resistiram à estiação

Posição	Mudas implantadas que não resistiram às condições climáticas locais		Mudas selecionadas p/ substituição	
	Nome Popular	Código de Identificação	Nome Popular	Código de Identificação
02	Catingueira	1124	Catingueira	345
03	Jurema de imbirá	1335	Jucá	114
05	Jurema preta	742	Pereiro	419
06	Catingueira	1133	Pereiro	995
07	Juazeiro	949	Juazeiro	P33 SP55
05	Jurema de imbirá	1325	Pereiro	419
13	Catingueira	1138	Jucá	1107
14	Juazeiro	1031	Juazeiro	1004
15	Jurema de imbirá	1343	Jurema de imbirá	1727
16	Catingueira	1168	Catingueira	1158
19	Catingueira	1135	Catingueira	1161
21	Jurema de imbirá	1338	Jurema de imbirá	1725

Fonte: acervo dos próprios autores

No final do mês de julho de 2015 realizou-se a substituição das espécies que não resistiram ao longo período de estiagem na Bacia Experimental de São João do Cariri, PB, e os mesmos procedimentos utilizados na implantação foram realizados para a substituição em relação à profundidade da cova, berço e adubação.

No momento em que foi realizado a abertura das covas para a substituição das espécies, foram coletadas amostras de solo para a determinação da umidade da superfície em três locais, parte inferior, média e superior da área da parcela 2 (P2). Os teores de umidade observados foram de 14,6%, 8,1% e 5,7%, respectivamente. Como o direcionamento do fluxo da água ocorre no sentido da parte superior (montante) para a parte inferior (jusante), se justificam os maiores valores de umidade do solo encontrados no trecho final das parcelas. Devido ao barramento na parte final das parcelas há uma maior tendência de manutenção da umidade do solo, no trecho inferior das parcelas, próximo ao seu barramento.

Depois da substituição das mudas que não resistiram as condições climáticas naturais na área da parcela 2 (P2), a rega diária foi realizada com uma lâmina de 4,0 mm, sempre no final da tarde, até o início de outubro de 2015, em seguida, reduzida para três vezes por semana, até o dia 10 de novembro de 2015. Sempre quando havia chuva a rega era interrompida. Após esta data a rega foi suspensa e deixamos a mudas sob condição natural para a identificação da resistência das mudas ao período de estiagem na área de estudo. Desde o primeiro período de implantação das mudas foi estabelecido o regime de pousio na parcela 2.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O ano hidrológico da região do semiárido paraibano é antecedido por períodos de seca de até cinco meses, com consequências severas em relação a geração de escoamento e perda de solo por erosão hídrica. No período compreendido entre janeiro de 2015 e dezembro de 2016, esses períodos secos foram observados.

Apenas dezenove eventos de chuva com consequente escoamento foram registrados de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, no município de São João do Cariri, PB. No ano de 2016, foram registrados 23 eventos de precipitação, com total precipitado anual igual a 310,9 mm, valor abaixo da média anual histórica de precipitação desse município, igual a 400 mm. Mesmo assim, foi possível realizar algumas análises.

Apesar do longo período de estiagem observado no Nordeste do Brasil, no período de 2012 a 2014, no dia 19 de novembro de 2014, houve a ocorrência de precipitação diária de 105 mm, fato que motivou o plantio das mudas nas parcelas 1 e 2, devido a maior presença de umidade no solo. Mesmo com a ocorrência desta precipitação, outra chuva com valor maior do que 70 mm, que promoveu a geração de escoamento e produção de sedimentos, nas parcelas e microbacias, só foi observada no dia 9 de abril de 2015.

Na Tabela 2 verifica-se os valores das precipitações que geraram escoamento, da lâmina escoada e da produção de sedimentos, em parcelas e microbacias.

Tabela 2 – Lâmina escoada e produção de sedimentos

Data da Chuva	P (mm)	Lâmina Escoada (mm)				Produção de sedimentos (kg.ha <sup>-1</sup> )			
		P1	P2	MB2	MB3	P1	P2	MB2	MB3
09/04/2015	75,0	67,4	67,7	13,4	2,8	2019,50	2496,10	231,45	42,52
31/05/2015	17,0	1,3	1,6	0,1	0,01	8,25	11,58	7,81	0,76
30/06/2015	10,2	1,9	1,8	0,0	0,0	24,50	15,60	0,00	0,00
06/07/2015	7,0	1,0	1,2	0,0	0,0	38,40	2,19	0,00	0,00
08/07/2015	7,4	0,8	0,9	0,0	0,0	23,50	0,66	0,00	0,00
22/07/2015	27,8	6,7	6,8	1,4	0,3	33,62	33,77	14,87	6,13
23/07/2015	6,3	2,9	2,0	0,0	0,0	12,51	8,58	0,00	0,00
28/07/2015	5,0	0,6	0,8	0,0	0,0	4,78	3,19	0,00	0,00
29/07/2015	2,8	0,1	0,1	0,0	0,0	0,42	0,27	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>158,5</b>	<b>82,6</b>	<b>82,8</b>	<b>14,9</b>	<b>3,1</b>	<b>2165,48</b>	<b>2571,94</b>	<b>254,13</b>	<b>49,41</b>
07/01/2016	16,2	4,1	2,3	0,3	0,0	26,00	9,97	4,59	0,00
09/01/2016	55,0	46,1	48,4	12,7	4,8	2418,90	1960,20	208,79	35,98
23/01/2016	22,4	6,7	6,7	2,4	0,2	59,60	35,53	10,54	1,03
10/02/2016	8,1	2,6	1,0	0,0	0,0	85,40	33,26	0,00	0,00
18/02/2016	7,0	2,6	0,8	0,0	0,0	34,57	11,24	0,00	0,00
24/02/2016	13,0	1,1	0,9	0,0	0,0	13,20	7,45	0,00	0,00
30/03/2016	71,2	15,8	15,6	15,5	12,9	894,90	353,00	121,40	104,70
05/04/2016	39,0	11,3	15,9	9,2	3,5	612,65	448,00	48,17	15,20
15/04/2016	22,0	6,9	7,0	7,0	2,6	99,36	47,23	13,39	1,30
17/04/2016	12,7	3,39	2,74	0,0	0,0	59,98	18,48	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>266,6</b>	<b>100,6</b>	<b>101,3</b>	<b>47,1</b>	<b>24,0</b>	<b>4304,56</b>	<b>2924,36</b>	<b>406,88</b>	<b>158,21</b>

Fonte: acervo dos próprios autores

Ao comparar os valores de lâmina escoada anual em 2015, foi possível observar um aumento de 0,15% da lâmina escoada e de 18,77% da produção de sedimentos na parcela 2 (P2) em relação a parcela 1 (P1). Este fato pode ser explicado devido a

preparação para plantio das mudas, com escavação, preparação dos berços e aos períodos de rega, associado a ocorrência de chuvas antecedentes aos eventos de escoamento, mesmo com o estabelecimento do regime de pousio na área da parcela 2 (P2), onde foi possível observar pequena presença de cobertura vegetal de espécies de gramíneas das famílias Cyperaceae e Poaceae.

Em 2016, após a substituição das mudas que não resistiram as condições climáticas locais, a manutenção do regime de pousio e o aumento da quantidade de gramíneas das famílias Cyperaceae e Poaceae em (P2), foi possível observar em seis eventos ocorridos em 2016, que a lâmina escoada na parcela 1 (P1) foi maior do que na parcela 2 (P2). Sendo assim, em apenas quatro eventos de cheia, a lâmina escoada observada em P2 foi maior do que em P1, com acréscimo de até 40,5%. Este fato pode ser explicado devido a manutenção do regime de pousio, aos períodos de rega e a maior presença de cobertura vegetal na área da parcela 2 (P2).

No ano de 2015, houve aumento de 18,77% da produção de sedimentos anual de P2 em relação a P1, devido as alterações realizadas para a inserção das mudas nessa área. Além disso, não ocorreram chuvas que favorecessem a recomposição da cobertura vegetal na área de P2. No ano de 2016, devido a continuidade do regime de pousio e a maior presença de cobertura vegetal na área da parcela 2 (P2), foi possível observar uma redução de 32,06% da produção de sedimentos de P2 em relação a P1.

Os eventos de chuva com conseqüente escoamento, ocorridos nos dias 09 de abril de 2015 e 09 de janeiro de 2016, são considerados significativos, devido aos valores elevados da produção de sedimentos, nas parcelas 1 (P1) e 2 (P2), pois em um único evento, ultrapassaram ou estiveram muito próximo de atingir o limite admissível de tolerância de perda de solo anual, estabelecido pela FAO (1965), para solos jovens e de baixa permeabilidade, igual a  $2.000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ . Esse fato é preocupante devido a elevada área destinada ao pastoreio e cultivo agrícola na região do semiárido paraibano.

LIMA et al. (2020) avaliaram a importância do uso de cobertura morta e espécies de oleaginosas não convencionais perenes (*Moringa oleifera* Lam. e *Azadirachta indica* A. Juss.), no controle da erosão do solo em três parcelas experimentais, entre 2016 e 2017, sob chuva natural, com três tipos de tratamentos, T1-oleaginosas, T2-oleaginosas + cobertura morta e T3- solo descoberto. Na parcela com oleaginosas, o desenvolvimento da estrutura arbórea vegetal e o não revolvimento do solo diminuiu a desagregação das

partículas, reduzindo a perda de solo. Observou-se uma diminuição de 43% das perdas de solo de 2016 para 2017, mas não houve reduções no escoamento superficial. Em contrapartida, para os tratamentos T1 e T2, o efeito protetor da cobertura vegetal e morta reduziu as perdas de solo em 95 e 99%, em relação ao tratamento T3, durante todo o experimento.

Para as microbacias foi possível observar uma redução da lâmina escoada anual da microbacia 3 (MB3) em relação a microbacia 2 (MB2), de 79,13% em 2015 e de 49,06% em 2016. A redução da produção anual de sedimentos da MB3 em relação a MB2, foi de 80,56% em 2015 e de 61,11% em 2016. Esses valores demonstram a importância da associação da prática de conservação mecânica, com mini barragens de pedras no talvegue do curso d'água principal da microbacia 3 (MB3) e a manutenção do regime de pousio, o que favoreceu a retenção dos sedimentos, o aumento de nutrientes na área a montante dos barramentos e maior riqueza de espécies vegetais, mesmo em longos períodos de estiagem, nesta unidade experimental.

No final do mês de maio de 2015, seis meses após o transplante, realizado em novembro de 2014, observou-se a morte de 12 das 22 mudas plantadas na área da parcela 2, sendo cinco mudas de catingueira (*P. pyramidalis*), quatro mudas de jurema de imbirá (*M. ophthalmocentra*), uma de jurema preta (*M. tenuiflora*) e duas mudas de juazeiro (*Z. joazeiro*), mesmo com a manutenção de rega semanal de 4,0 mm sobre essa área. Vale salientar que neste período, foi observado um total precipitado de apenas 127,5mm em seis meses em uma região onde a média anual de chuva é igual a 400 mm.

No mês de dezembro de 2016, verificou-se que apenas seis mudas de duas espécies nativas da Caatinga, sendo duas catingueiras (*P. pyramidalis*) e quatro pereiros (*A. pyriformis*), das doze mudas replantadas em maio de 2015 e 22 inseridas em 2014, resistiram às condições climáticas naturais na área da parcela 2 (P2).

No Quadro 3 é possível observar as espécies que apresentaram maior resistência às condições climáticas naturais e sua posição na área da parcela 2 (P2), conforme Figura 2.

Quadro 3 – Espécies com maior resistência às condições climáticas naturais

Posição	Nome Popular	Nome Científico	Código de Identificação
04	Pereiro	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	434
08	Pereiro	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	364
10	Pereiro	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	383
16	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	1158
19	Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i>	1161
20	Pereiro	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	410

Fonte: dos próprios autores

Em relação aos pulsos de precipitação que ocorreram com consequente rebrota das mudas plantadas, na área da parcela 2 (P2), foi possível identificar dois períodos de chuvas consecutivas que superaram o total precipitado acumulado de 80 mm.

O tempo de resposta para a primeira rebrota de uma das espécies nativas da Caatinga, implantada na área de P2, sob chuva natural, foi de 16 (dezesesseis) dias, com total precipitado de 121,5 mm, até o dia 23 de janeiro de 2016, onde uma das catingueiras (*P. pyramidalis*), inseridas na área da parcela 2 (P2), apresentou novas folhas e ramos laterais.

No Quadro 4 verifica-se os totais diários precipitados que ocorreram até o dia 23 de janeiro de 2016, o que ocasionou a primeira rebrota após ocorrência de chuva natural.

Quadro 4 – Totais diários precipitados no mês janeiro de 2016

Dia	07	09	10	11	15	18	19	20	22	23	Total
Chuva (mm)	16,0	55,0	5,6	0,4	2,0	1,8	9,9	1,6	6,8	22,4	<b>121,5</b>

Fonte: de autoria própria

Após a rebrota da catingueira localizada na posição 16 (Figura 2), ocorrida no dia 23 de janeiro de 2016, houve a queda de todas as folhas dessa muda, pois o total acumulado de chuva no mês de fevereiro foi de 29,2 mm. No mês de março, o total precipitado foi igual a 76,3 mm, distribuído em apenas dois eventos, um de 5,1 mm, no dia 04 e outro de 71,2 mm, no dia 30. Mesmo com um total de precipitação maior do que no mês de fevereiro, a catingueira não apresentou uma nova resposta a esse pulso isolado de precipitação. O intervalo de vinte e seis dias entre a primeira e a última chuva, não favoreceu a condição necessária de temperatura do ar e umidades do solo e do ar para uma nova rebrota.

No dia 22 de abril de 2016, após a ocorrência de uma sequência de 19 (dezenove) dias com chuva, observou-se uma segunda rebrota. O total precipitado deste período foi igual a 151,2 mm (Quadro 5).

Quadro 5 – Precipitação em milímetros entre março e abril de 2016

Dia/mês	30/03	05/04	12/04	14/04	15/04	17/04	Total
Chuva (mm)	71,2	39,0	7,1	1,2	20,0	12,7	<b>151,2</b>

Fonte: de autoria própria

Na Figura 3 (a) e (b) é possível observar as características das rebrotas ocorridas em uma das mudas de catingueira (*P. pyramidalis*), na área da parcela 2 (P2), em janeiro e abril de 2016, respectivamente.

Figura 3 – Rebrotas da catingueira (*P. pyramidalis*) em janeiro (a) e abril (b) de 2016



Fonte: acervo dos próprios autores

Devido a observação de pequena quantidade de eventos de chuva, no município de São João do Cariri, PB, entre janeiro de 2015 e dezembro de 2016, apenas dois períodos chuvosos, proporcionaram a rebrota de mudas de espécies nativas da Caatinga, que variaram de 16 a 19 dias, com ocorrência de precipitação em dias alternados em cada um dos períodos.

No período analisado, houve uma relação entre pulsos acumulados de precipitação, maiores do que 100 mm, para o período médio de dezessete dias, onde o maior intervalo de tempos sem ocorrência de chuva, nos períodos em que ocorreram rebrota, foi de sete dias.



#### 4 CONCLUSÕES

A prática de conservação mecânica na microbacia 3 (MB3), com uso de barramentos de pedra associada ao regime de pousio favoreceu a redução da perda de solo, com redução da produção anual de sedimentos de até 80,56% em relação a MB2, o que demonstra o papel fundamental da associação desta prática conservacionista ao regime de pousio, nas microbacias, no período analisado.

A sequência de dias chuvosos, com tempo médio de ocorrência de dezessete dias, associado a um total precipitado maior do que 100 mm, favoreceram a rebrota das mudas de espécies nativas da Caatinga implantadas na parcela 2 (P2).

As mudas de catingueira (*P. pyramidalis*) e pereiro (*A. pyriformium*) apresentaram maior resistência às condições climáticas naturais do município de São João do Cariri, PB, para esse tipo de tratamento experimental.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela manutenção da bolsa PIBIC e apoio financeiro concedido por meio da chamada MCTI/CNPq/Universal 14/2014 (Processo 460642/2014-6);

Aos colegas do Laboratório de Ecologia e Botânica (LAEB) e aos Centros de Desenvolvimento do Semiárido e de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande pelo apoio concedido.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba e a Bacia Experimental de São João do Cariri, PB, onde este trabalho foi desenvolvido, por todo o apoio e contribuição.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. I.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.37, p.270-278, 2006.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da Caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciência**, v. 27, n. 7, 2002.
- ALCÂNTARA, H. M. **Estabelecimento de metodologia para a conservação e recuperação de pequenas bacias hidrográficas no semiárido**. 2013. 141 f. Tese. Doutorado em Recursos Naturais. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2013.
- AMARAL, B. S. D. A; DANTAS, J. C; SILVA, R. M; CARVALHO, J. F. Variabilidade Espacial da Erosividade das Chuvas no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 1, pp 691-701. Set. 2014.
- ARAÚJO, K. D.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P. de; PARENTE, H. N.; BARROS, M. J. V. Aspectos socioeconômicos dos proprietários rurais do município de São João do Cariri, PB. **Revista Geoambiente**. Jataí, GO, n.14, 2010.
- BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo**. 7. ed. São Paulo, 2010.
- CÂNDIDO, B. M; SILVA, M. L. N; CURTI, N; BATISTA, P. V. G. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na bacia do rio Paraná, no Leste do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 5, Set./Out. 2014.
- CANTALICE, J. R. B.; SILVEIRA, F. P. M.; SINGH, V. P.; SILVA, Y. J. A. B.; CAVALCANTE, D. M; SANTOS, C. G. Interrill erosion and roughness parameters of vegetation in rangelands. **Catena**, Cremlingen, v. 16, p.1-7, 2016.
- CARVALHO, A. C. B; RIBEIRO, C. B. M; ROCHA, W, S, D; MARTINS, C. E; SOBRINHO, F. C. Erosão Potencial Laminar Hídrica em um Latossolo Vermelho Amarelo sob Três Formas de Cultivo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 1, p. 194-206. Mai. 2014.
- COELHO, A. T. **Efeitos da vegetação na estabilidade do solo e de taludes**. In: XIII CURSO SOBRE EROÇÃO E CONTROLE DE SEDIMENTOS, 2005, Belo Horizonte. FAO. **Soil Erosion by water: some measures for its control on cultivated lands**. Rome, Italy: FAO, 1965. 284p.
- FREITAS, F. J.; CANTALICE, J. R. B.; BEZERRA, S. A.; SILVA, M. D. R. O.; SANTOS, P. M.; CORREA, R. M.; LIMA, P. A.; FIGUEIRA, S. B. Erosão em entressulcos sob Caatinga e cultura agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1743-1751, 2008.

GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v. 29, n. 2, p. 277-286, abr./mai. 2005.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo, 2010. 180p.

LIMA, CLEENE AGOSTINHO DE ET AL. Uso de coberturas alternativas do solo para o controle das perdas de solo em regiões semiáridas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, n. 3, p. 531-542, 2020.

ROSHANI, M.R.R; RANGAVAR. A; JAVADI, M. R. Plot-scale effects on soil loss under semi-arid areas. **Journal of Applied Science and Agriculture**, v. 9, n. 1. p. 191-200, jan. 2014.

SANTOS, W.M.; SOUZA, R.M.S.S.; SOUZA, E.S.; ALMEIDA, A.Q.; ANTONINO, A.C.D. Variabilidade espacial da sazonalidade da chuva no semiárido brasileiro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 2, n. 4, p. 368- 376, 2017.

SILVA, J. R. I.; SOUZA, R. M. S.; SANTOS, W. A. ALMEIDA, A. Q.; SOUZA, E. S.; ANTONINO, A. C. D. Aplicação do método de Budyko para modelagem do balanço hídrico no semiárido brasileiro. **Scientia Plena**, Aracajú, v. 13, n. 10, 2017b.

SILVA, P. F.; LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; SOUZA, R.; SOUZA, E. S.; SILVA, J. R. I.; EDEVALDO, M. A. Seasonal patterns of carbon dioxide, water and energy fluxes over the Caatinga and grassland in the semi-arid region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 147, p. 71-82, 2017a.

SRINIVASAN, V. S.; GALVÃO, C. O.; SANTOS, C. A. G.; FIGUEIREDO, E. E.; REGO, J. C.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; ARAGÃO, R.; MELO, R. N.; CRUZ, E.; GUEDES, G. A.; LACERDA, I.; SANTOS, L. L.; ALVES, F. M. “*Bacia Experimental de São João do Cariri*”. In: *Implantação de Bacias Experimentais no Semiárido*”. Projeto IBESA FINEP/FUNPEC 22010453-00, 2004.

TANG, Q; CHANSHENG, H; XIUBBIN, H; YUHAI, B; RONGHUA, Z; ANBANG, W. Farmers’ sustainable strategies for soil conservation on sloping arable lands in the upper Yangtze river basin, china. **Journal Sustainability**, v. 6, n. 6. pp 4795-4806, jul. 2014.