



**USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM AGROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

**USE OF GEOTECHNOLOGIES TO MANAGE THE FERTILITY OF LITHOLIC NEOSOL IN A FAMILY AGROECOSYSTEM, IN THE SEMIARID REGION OF PARAIBA**

**USO DE GEOTECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LA FERTILIDAD DEL NEOSOL LITIÁSICO EN UN AGROECOSSISTEMA FAMILIAR DE LA REGIÓN SEMIÁRIDA DE PARAIBA**

Jhony Vendruscolo<sup>1</sup>, Maria Aparecida da Silva Barbosa<sup>2</sup>, Ewerton Gonçalves de Abrantes<sup>3</sup>, Renato Francisco da Silva Souza<sup>4</sup>, Karoline Ruiz Ferreira<sup>5</sup>, Aldrin Martin Perez Marin<sup>6</sup>, Emanuel Fernando Maia de Souza<sup>7</sup>

e3102095

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i10.2095>

PUBLICADO: 10/2022

**RESUMO**

A fertilidade do solo em agroecossistemas familiares localizados no semiárido paraibano apresenta grande variabilidade devido à presença de muitos subsistemas, dificultando o manejo do solo e, conseqüentemente, o desenvolvimento sustentável de propriedades rurais. Assim, constata-se o potencial do uso das geotecnologias para a avaliação da fertilidade do solo e seleção de práticas conservacionistas. Objetivou-se avaliar a distribuição espacial dos atributos químicos e físicos em Neossolo Litólico com agroecossistema familiar, no semiárido paraibano. O trabalho foi desenvolvido em agroecossistema familiar de 12 ha e 10 anos de implantação, no Município de Remígio-PB, Brasil. Inicialmente, realizou-se o levantamento dos subsistemas e a coleta de 7 amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade, para análises químicas e físicas do solo. Posteriormente, efetuou-se a interpolação dos valores dos atributos, para estimar os valores para a área do agroecossistema, e para cada subsistema. Os atributos mais limitantes do agroecossistema são os baixos teores de P e matéria orgânica do solo, sendo recomendada a adoção de práticas que promovam a elevação dos teores destes atributos. Os baixos teores de Ca<sup>2+</sup> limitam a produtividade nos subsistemas de pastagem e palma, sendo recomendada a aplicação de calcário ou farinha de osso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento. Planejamento ambiental. Desenvolvimento sustentável.

**ABSTRACT**

*The soil fertility in family agroecosystems located in the semi-arid region of Paraiba presents great variability due to the presence of many subsystems, hindering soil management and, consequently, the sustainable development of rural properties. Thus, the potential of the use of geotechnologies for the evaluation of soil fertility and selection of conservationist practices is verified. The objective was to evaluate the spatial distribution of chemical and physical attributes in litholic neosol with family agroecosystem, in the semi-arid region of Paraiba. The work was developed in a family agro-ecosystem of 12 ha and 10 years of implementation, in the municipality of Remígio-PB, Brazil. Initially, the subsystems were surveyed, and 7 soil samples were collected in the 0-20 cm layer for chemical and physical soil analysis. Subsequently, the values of the attributes were interpolated to estimate the values for the agroecosystem area, and for each subsystem. The most limiting attributes of the agro-ecosystem are the low levels of P and organic matter in the soil. The low Ca<sup>2+</sup> levels limit productivity in the pasture and palm subsystems, recommending the application of lime or bone meal.*

**KEYWORDS:** Geoprocessing. Environmental planning. Sustainable development.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Rondônia

<sup>2</sup> Universidade Federal da Paraíba- UFPB

<sup>3</sup> Universidade Federal da Paraíba- UFPB

<sup>4</sup> Universidade Federal do Amazonas

<sup>5</sup> Ação Ecológica do Guaporé

<sup>6</sup> Instituto Nacional do Semiárido

<sup>7</sup> Universidade Federal de Rondônia



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LÍTOLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza, Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

### RESUMEN

*La fertilidad del suelo en los agroecosistemas familiares ubicados en la región semiárida de Paraíba presenta una gran variabilidad debido a la presencia de muchos subsistemas, dificultando el manejo del suelo y, en consecuencia, el desarrollo sostenible de las propiedades rurales. Así, se comprueba el potencial del uso de geotecnologías para la evaluación de la fertilidad del suelo y la selección de prácticas conservacionistas. El objetivo fue evaluar la distribución espacial de los atributos químicos y físicos en el neosol lítico con un agroecosistema familiar en la región semiárida de Paraíba. El trabajo se realizó en un agroecosistema familiar de 12 ha y 10 años de implantación, en el municipio de Remígio-PB, Brasil. En un primer momento, se realizó una prospección de los subsistemas y se recogieron 7 muestras de suelo en la capa de 0 a 20 cm para realizar análisis químicos y físicos del suelo. Posteriormente, se interpolaron los valores de los atributos para estimar los valores del área del agroecosistema y de cada subsistema. Los atributos más limitantes del agroecosistema son los bajos niveles de P y de materia orgánica en el suelo. Los bajos contenidos de Ca<sup>2+</sup> limitan la productividad en los subsistemas de pastos y palmeras, y se recomienda la aplicación de cal o harina de huesos.*

**PALABRAS CLAVE:** *Geoprocesamiento. Planificación medioambiental. El desarrollo sostenible.*

### INTRODUÇÃO

A região semiárida paraibana tem condições climáticas limitantes, relacionadas principalmente com as irregularidades das precipitações e o *déficit* hídrico (SILVA; CORREIA; COELHO, 1998), que dificultam o desenvolvimento sustentável de propriedades rurais. Em virtude dessas condições, é necessário adotar sistemas de manejo do solo que possibilitem a mitigação dos impactos climáticos e a diversificação de fontes de renda ao longo do ano, visando a estabilidade econômica, social e ambiental.

Os agroecosistemas são ecossistemas agrícolas que visam o manejo dos recursos naturais para otimizar a produção de alimentos ou fibras (HECHT, 1999), e podem ser formados por vários subsistemas. E o aumento do número de subsistemas origina inúmeros benefícios, dentre os quais tem-se o maior número de fontes de renda da propriedade, que reduz os riscos de mercado e de clima, e a elevação da qualidade química, física e biológica do solo (FRANCHINI; COSTA; DEBIASI, 2011).

A sustentabilidade de um agroecosistema é avaliada com base em indicadores de qualidade do solo, através de atributos químicos, físicos e biológicos (CASALINHO et al., 2007). Os valores dos indicadores devem ser comparados com valores de referência, que podem ser obtidos em áreas de vegetação nativa conservada, por representar um ambiente com condições ecológicas estáveis (TÓTOLA; CHAER, 2002), ou em parâmetros agronômicos que visam a maximização da produção e conservação do ambiente. Com relação aos parâmetros agronômicos, os valores de referência podem ser obtidos em manuais de recomendação de adubos e adubações, que levam em consideração as exigências das culturas (ALVAREZ, 1999).

O mapeamento da distribuição espacial dos atributos do solo pode disponibilizar informações referentes ao comportamento dos nutrientes no solo, assim como sua área de abrangência, e pode ser adotado como estratégia para o planejamento adequado do manejo do solo (CORÁ et al., 2004), sobretudo em propriedades rurais que dispõem de muitos subsistemas. O levantamento da distribuição



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
*GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO*  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

espacial pode ser associado a valores de referência, o que permite localizar quais são as áreas mais críticas dentro do agroecossistema.

Tendo em vista a importância dos agroecossistemas para sustentabilidade da região, objetivou-se avaliar a distribuição espacial de atributos químicos e físicos em Neossolo Litólico com agroecossistema familiar, no semiárido paraibano.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Localização e características gerais da área de estudo

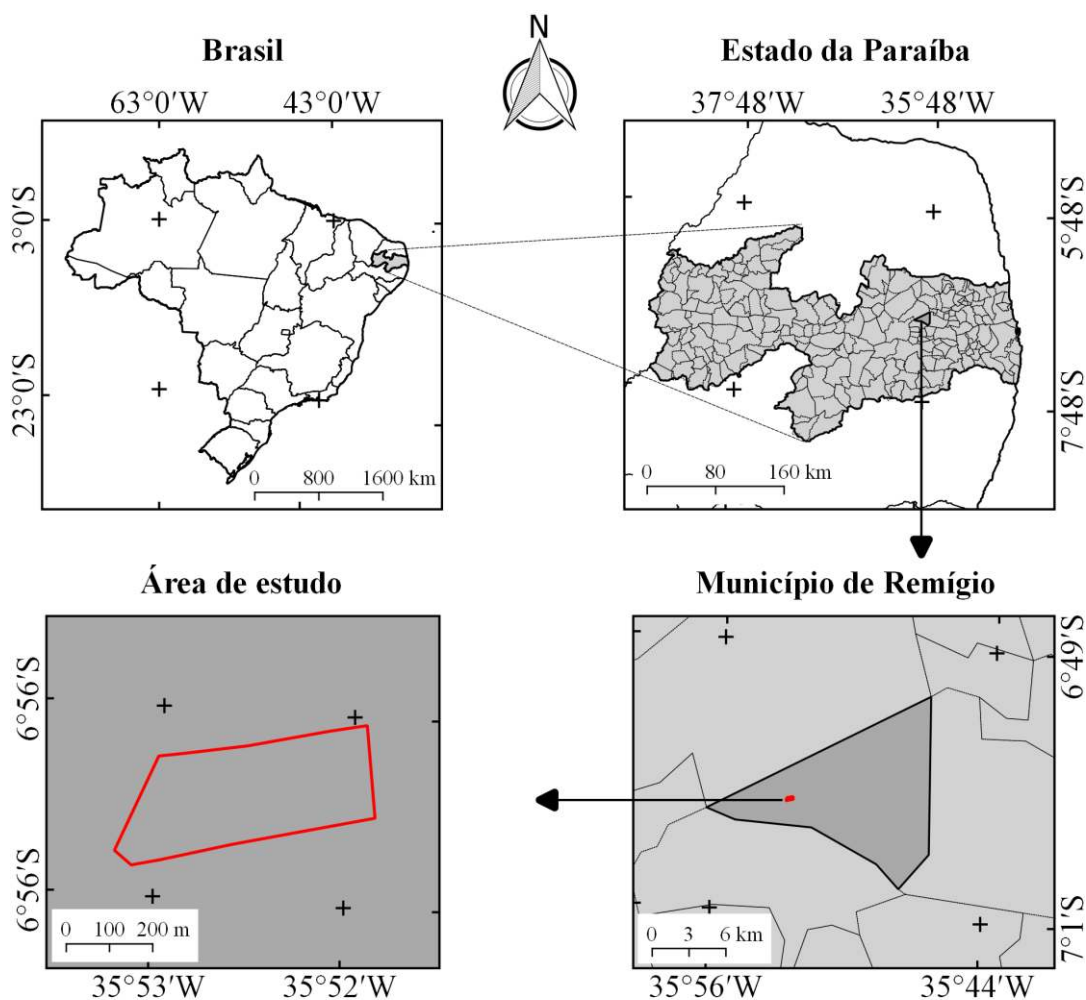
O trabalho foi desenvolvido em um agroecossistema familiar de 12 ha, formado por 13 subsistemas, e com aproximadamente 10 anos de implantação, no Município de Remígio-PB (Figura 1). Essa região, tem clima semiárido quente e seco (BSh), temperatura média de 22 a 24 °C (ALVARES *et al.*, 2013), precipitação anual de 731 mm (AESA, 2014) e solo classificado como Neossolo Litólico (SANTOS *et al.*, 2018). As práticas de manejo adotadas no agroecossistema são rotação de cultura, consórcio, plantio em contorno, formação de leirões em curva de nível, pousio, e adubação com 2,6 Mg de esterco bovino a cada 2 anos nos subsistemas mais exigentes, no sistema de rotação de talhões.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza, Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza



Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

**Figura 1.** Localização da área e estudo no semiárido Paraibano.

### Coleta e análise das amostras de solo

Inicialmente, realizou-se um levantamento dos subsistemas utilizando GPS 60CSX, imagens do Google Earth e o *Software* QGIS 2.10.1 (versão Piza). Posteriormente, com base no mapa elaborado no levantamento, coletou-se 7 amostras de solo em pontos georreferenciados (Figura 1), para análise química e física do solo, na camada de 0-20 cm de profundidade. As amostras de solo foram encaminhadas ao laboratório de Matéria Orgânica, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), onde foram analisados os atributos acidez ativa (pH em água, 1:2,5), matéria orgânica (MOS), fósforo (P), potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), sódio ( $Na^+$ ), acidez trocável ( $Al^{3+}$ ), acidez potencial (H+Al), soma de bases, CTC efetiva, CTC total, saturação por bases, saturação por alumínio, densidade do solo (DS) (CAMPOS *et al.*, 2017) e porcentagem de sódio trocável (PST) (AMORIM *et al.*, 2010).

Posteriormente, os valores dos atributos foram interpolados utilizando o interpolador IDW (Inverso da Distância ao Quadrado) no *software* QGIS, para estimar os valores para a área do



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

agroecossistema, e de cada um de seus subsistemas (Tabela 1). No mesmo *software* classificou-se os valores de cada atributo nos subsistemas de acordo com valores de referência da literatura (ALVAREZ *et al.*, 2019; AMORIM *et al.*, 2010; KIEHL, 1979), tornando-os indicadores de qualidade do solo (Tabela 2). As classes de qualidade do solo variam de 1 a 5. A classe 1 indica qualidade muito alta, a classe 5 denota qualidade muito baixa, e as classes 2, 3 e 4 inferem qualidades intermediárias.

**Tabela 1.** Valores médios dos atributos nos subsistemas em um Neossolo Litólico, no Semiárido paraibano.

Indicador	Unid.	Subsistema											
		BD	BI	CEB	COE	FMu	M+ FMu	M+ FMa	PAL	PAS	POU	QUI	RES
pH em água	1:2,5	7,18	7,4	7,29	7,31	8,53	7,54	7,17	7,09	5,96	7,12	6,20	5,45
MOS	dag kg <sup>-1</sup>	0,88	0,81	0,72	0,83	1,33	0,98	0,84	0,98	0,78	0,91	0,83	1,41
P*	mg dm <sup>-3</sup>	9,14	15,31	11,78	10,2	17,04	11,2	9,9	7,81	1,40	9,21	9,80	1,35
K <sup>+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	171,2	283,6	265,9	203,8	185	193,8	229,0	115,7	123,6	213,7	260	112
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	4,07	5,11	4,85	4,57	7,43	5,21	4,43	3,63	1,7	8,62	5,10	1,43
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	1,37	1,39	1,25	1,38	2,56	1,70	1,51	1,45	1,19	1,3	1,36	1,27
Na <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	0,22	0,07	0,07	0,15	0,09	0,09	0,09	0,27	0,06	0,08	0,07	0,11
Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	0,09	0,00	0,00	0,05	0,01	0,08	0,02	0,18	0,44	0,10	0,03	0,82
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	1,10	0,88	0,33	0,74	0,09	0,58	0,63	1,55	1,93	0,68	0,73	2,92
SB	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	8,21	7,51	6,80	8,64	21,12	12,12	6,93	9,68	3,51	7,69	7,62	3,32
CTC efetiva	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	6,11	7,40	6,77	6,61	10,68	7,64	6,65	5,87	3,61	6,31	6,80	3,85
CTC a pH 7	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	7,12	7,78	7,09	7,29	10,76	8,14	7,25	7,24	5,10	6,89	7,10	5,95
V	%	78,9	95,20	95,63	86,44	98,19	88,26	90,13	67,97	57,7	86,2	93,06	49,1
m	%	3,97	0,53	0,34	2,85	1,14	4,19	1,98	7,72	15,8	4,38	0,42	20,6
PST	%	4,11	0,97	1,03	2,75	0,97	1,30	0,93	8,22	1,31	1,29	0,83	1,98
DS	g cm <sup>-3</sup>	1,26	1,31	1,29	1,27	1,26	1,28	1,28	1,24	1,31	1,29	1,30	1,31

BD - Batata doce; BI - Batata inglesa; CEB - Cebola; COE - Coentro; FMu - Feijão mulatinho; M+FMa - Milho + Feijão mulatinho; M+FMa - Milho + Feijão macassa; PAL - Palma; PAS - Pastejo; POU - Pousó; QUI - Quintal; RES - Reserva; MOS - Matéria orgânica do solo; V - saturação por bases; m - saturação por alumínio; PST - Porcentagem de sódio trocável.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

**Tabela 2.** Classes de interpretação para os indicadores de qualidade do solo.

Indicador	Unidade	Qualidade					F
		Muito baixo (5)	Baixo (4)	Médio (3)	Alto (2)	Muito Alto (1)	
pH em água	1:2,5	< 4,5 ou > 7,0	4,6-4,8 ou 6,9-6,7	4,9-5,1 ou 6,6-6,4	5,2-5,4 ou 6,3-6,1	5,5 - 6,0	A
MOS	dag kg <sup>-1</sup>	≤ 0,70	0,71-2,00	2,01-4,00	4,01-7,00	> 7,00	A
P*	mg dm <sup>-3</sup>	≤ 10,0	10,1-20,0	20,1-30,0	30,1-45,0	> 45,0	A
K <sup>+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	≤ 15,0	16,0-40,0	41,0-70,0	71,0-120,0	>120,0	A
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	≤ 0,40	0,41-1,20	1,21-2,40	2,41-4,00	> 4,00	A
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	≤ 0,15	0,16-0,45	0,46-0,90	0,91-1,50	> 1,50	A
Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	> 2,00	1,01-2,00	0,51-1,00	0,21-0,50	≤ 0,20	A
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	> 9,00	5,01-9,00	2,51-5,00	1,01-2,50	≤ 1,00	A
SB	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	≤ 0,60	0,61-1,80	1,81-3,60	3,61-6,00	> 6,00	A
CTC efetiva	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	≤ 0,80	0,81-2,30	2,31-4,60	4,61-8,00	> 8,00	A
CTC total	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	≤ 1,60	1,61-4,30	4,31-8,60	8,61-15,00	> 15,0	A
V	%	≤ 20,0	20,1-40,0	40,1-60,0	60,1-80,0	> 80,0	A
M	%	> 75,0	50,1-75,0	30,1-50,0	15,1-30,0	≤ 15,0	A
PST	%	> 30,0	21,0-30,0	11,0-20,0	7,00-10,0	≤ 7,00	B
DS	g cm <sup>-3</sup>	>1,85	1,34-1,85	1,29-1,34	1,25-1,29	≤ 1,25	C

\*Teor de argila menor que 15%; MOS - Matéria orgânica do solo; V - saturação por bases; m - saturação por alumínio; PST - Porcentagem de sódio trocável; DS - Densidade do Solo; F - Fonte; A - Alvarez V. et al. (1999); B - Amorim et al. (2010); C - Adaptado de Kiehl (1979).

Em seguida, classificou-se a qualidade dos subsistemas e do agroecossistema com a equação 1, utilizando a ferramenta “Calculadora Raster” do *software* QGIS.

$$IQS = (pHc + MOSc + Pc + Kc + Cac + Mgc + Alc + HAlc + SBc + tc + Tc + Vc + mc + PSTc + DSc) / NA$$

Onde: pHc = classe do pH; MOSc = classe da MOS; Pc = classe do P; Kc = classe do K; Cac = classe do Ca; Mgc = classe do Mg; Alc = classe do Al; HAlc = classe do H+Al; SBc = classe da soma de bases; tc = classe da CTC efetiva; Tc = classe da CTC total; Vc = classe da saturação por bases; mc = classe da saturação por alumínio; PSTc = classe do Potencial de Sódio Trocável; DSc = classe da densidade do solo; NA = número de atributos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

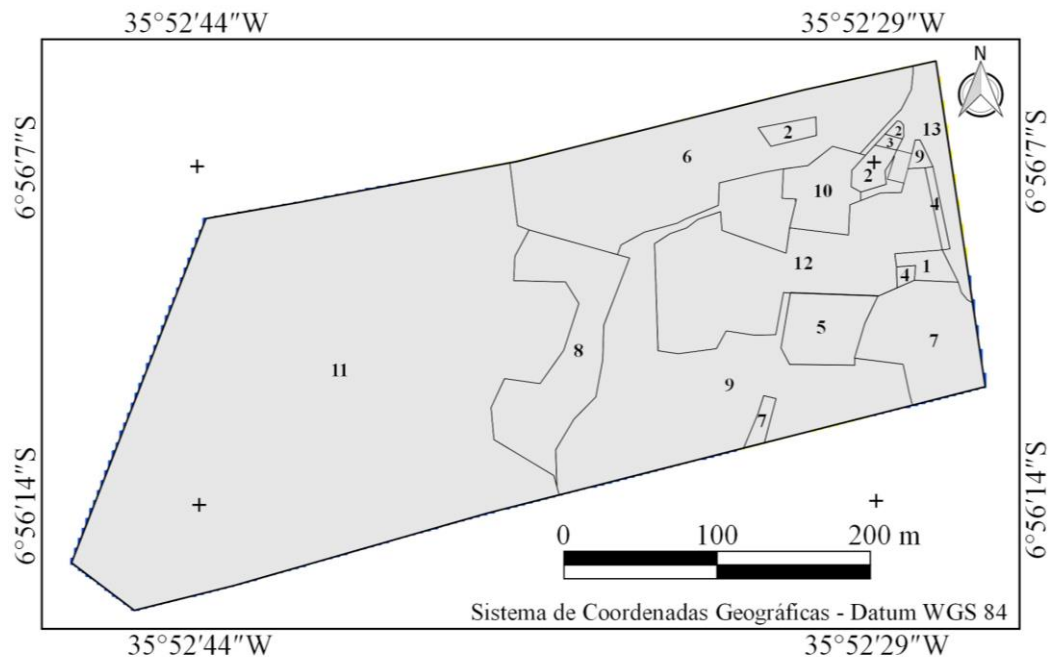
### Qualidade dos atributos do solo no agroecossistema e subsistemas

O agroecossistema tem uma área de 12 ha, distribuída em 13 subsistemas que são batata-doce, batata-inglesa, tomate e cebola, coentro, feijão-mulatinho, milho+feijão-mulatinho, milho+feijão macassar, palma, pastejo, pouso, quintal, reserva com vegetação nativa e outros usos (Figura 2).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza



LEGENDA		
Agroecossistema (12,0 ha)		
Subsistema		Área (ha)
1	Batata-doce	0,055
2	Batata inglesa	0,191
3	Cebola e tomate	0,011
4	Coentro	0,031
5	Feijão mulatinho	0,240
6	Milho+feijão mulatinho	1,365
7	Palma	0,500
8	Pastejo	0,630
9	Pousio	1,501
10	Quintal	0,200
11	Reserva com vegetação nativa	6,000
12	Milho+feijão macassar	1,095
13	Outros usos	0,181

**Figura 2.** Localização dos subsistemas no agroecossistema familiar, em Neossolo Litólico no semiárido paraibano.

A conversão da vegetação nativa para os demais subsistemas resulta na redução da qualidade para os atributos acidez ativa (pH), que passou da classe 2 para a classe 5 em praticamente todos os subsistemas, exceto pastejo (passou para classe 1) e quintal (permaneceu na classe 2) (Figuras 2 e 3A). O aumento do pH está associado a diminuição dos teores de matéria orgânica do solo (Tabela 1), visto que ocorre a liberação de  $H^+$  com a decomposição desse material (McBRIDE, 1994). A elevação do pH do solo tornou-se um problema ao passar de 6,5, por ocasionar a diminuição da disponibilidade



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

de nutrientes (P,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  e  $Zn^{2+}$ ), que são cruciais ao crescimento e desenvolvimento das culturas (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

Os teores de matéria orgânica foram classificados como muito baixos ou baixos, em todo agroecossistema (Figura 3B). Esses resultados são explicados pelo baixo aporte de material orgânico e pelas condições climáticas que favorecem uma rápida decomposição do material já aportado (SALCEDO; SAMPAIO, 2008).

Com relação aos teores de P, constata-se que as classes variaram de 4 (feijão-mulatinho e quintal) a 5 (outros subsistemas), denotando qualidade baixa para o primeiro subsistema e muito baixa para o segundo (Figuras 2 e 3C). Os valores estão associados ao material de origem (CPRM, 2005) e com o baixo teor de matéria orgânica do solo (Tabela 1). Portanto, é recomendado a adoção de práticas conservacionistas para acumular biomassa e, simultaneamente, elevar os teores de P e a qualidade do solo.

Para o  $K^+$ , os teores formam regiões distintas classificadas como qualidade média até muito boa (Figura 3D). Este macronutriente é considerado limitante apenas no subsistema de palma, o qual necessita de adubação para reposição dos nutrientes exportados via colheita. Para cultivos com densidades de 5.000 a 10.000 plantas  $ha^{-1}$ , recomenda-se 60 kg  $ha^{-1}$  de  $K_2O$  a partir do 2º ciclo (CAVALCANTI *et al.*, 2008).

Com relação aos teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , se enquadram nas classes baixo a muito bom para o primeiro (Figura 3E) e bom a muito bom para o segundo (Figura 3F). Portanto, o teor de  $Ca^{2+}$  pode ser limitante nos subsistemas de palma, pastejo e pousio, enquanto o  $Mg^{2+}$  encontra-se em quantidades adequadas em todos os subsistemas. Nas regiões que apresentaram qualidade baixa a média com relação ao  $Ca^{2+}$  recomenda-se a aplicação de farinha de osso.

A classificação da qualidade para a acidez trocável do solo ( $Al^{3+}$ ) variou de muito baixa a média (Figura 3G). O  $Al^{3+}$  é um elemento tóxico para as plantas, logo, os valores mais baixos e, conseqüentemente, mais adequados para a produção agropecuária, estão localizados nas áreas cultivadas. A redução dos teores de  $Al^{3+}$  estão diretamente associadas à elevação do pH, visto que em solos com pH maior que 5,5, o  $Al^{3+}$  apresenta-se em formas precipitadas (JONES, 1979; BOHNEN, 1995).

A acidez potencial (H+Al), apresentou classificação variando de média a muito boa, com as regiões mais críticas localizadas principalmente nos subsistemas reserva e palma (Figura 3H). O primeiro subsistema é uma área de vegetação nativa cujas plantas estão adaptadas às características naturais do solo, logo, o segundo é considerado um subsistema prioritário para adoção de estratégias visando melhorar a qualidade deste atributo, por ser uma área de cultivo que utiliza uma espécie não nativa, que pode ser sensível a acidez potencial.

A qualidade da soma de bases variou de média a muito boa no agroecossistema, sendo observado que os valores médios estão localizados principalmente nos subsistemas reserva (4,3966 ha), pastejo (0,3782 ha), pousio (0,6433 ha) e palma (0,2121 ha) (Figura 3I). A soma de bases é



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

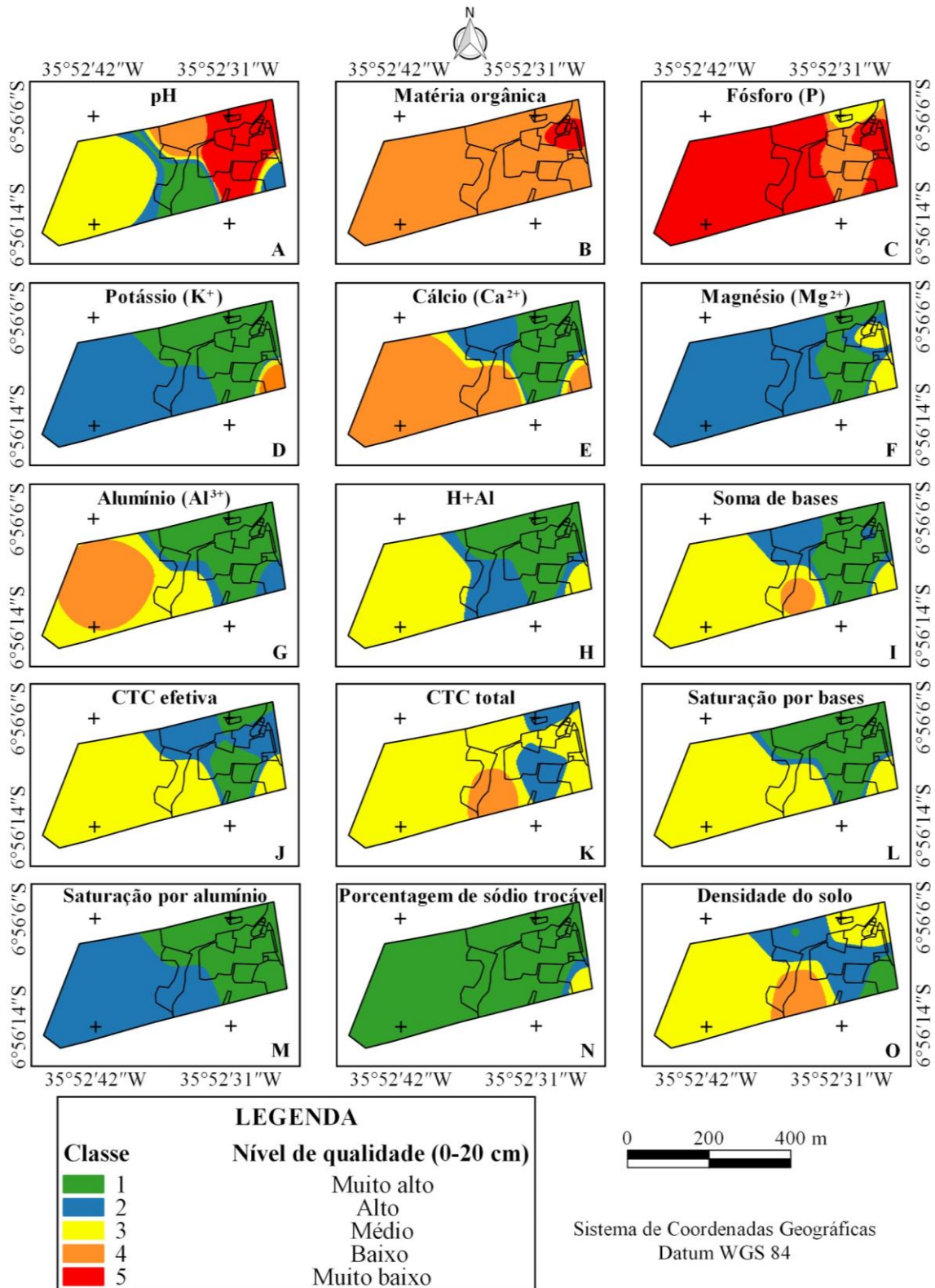
USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

calculada pela soma dos teores de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$  (ALVAREZ *et al.*, 1999), de modo que, a elevação deste atributo é obtida através da aplicação de corretivos e fertilizantes que contenham estes elementos, com exceção para o  $Na^+$ , que não é um macronutriente.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza



**Figura 3.** Níveis de qualidade dos indicadores químicos e físicos do solo nos subsistemas do agroecossistema familiar, em Neossolo Litólico no semiárido paraibano.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

A CTC efetiva apresentou valores classificados como médios a muito bons no agroecossistema (Figura 3J). Os subsistemas que apresentaram teores médios foram reserva (5,9567 ha), pastejo (0,4573 ha), pousio (0,8549 ha), milho+feijão macassar (0,0323 ha) e palma (0,3142 ha). A CTC total no agroecossistema predomínio de teores médios, exceto para os subsistemas batata-inglesa (0,0440 ha), pousio (0,3857 ha), palma (0,0517 ha), feijão-mulatinho (0,2387 ha), milho+feijão macassar (0,7799 ha) e outros usos (0,0150 ha), que apresentaram teores bons (Figura 3K). Nas regiões classificadas como médias recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas que favoreçam o acúmulo de matéria orgânica no solo, para aumentar a CTC efetiva e a CTC total. A matéria orgânica chega a ser responsável por mais de 80% do valor total da CTC em solos tropicais, por serem compostos principalmente por caulinita e óxidos de ferro e alumínio na fração mineral, que apresentam pouca capacidade de troca de cátions (RONQUIM, 2010).

Os teores de sódio variaram de 0,05 a 0,45  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , indicando que existem desde subsistemas não sódicos a ligeiramente sódicos. A toxidez por sódio nas plantas acarreta vários danos fisiológicos, como a deficiência de nutrientes (ex.  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ ), estresse hídrico e indução de danos celulares ocasionados pelo desequilíbrio do sistema de oxi-redução (DIAS et al., 2016). A região mais crítica do agroecossistema está localizada principalmente no subsistema de palma. Com o aumento dos teores de sódio há o comprometimento da produtividade, devido a redução da massa seca das plantas, da relação raiz/parte aérea e da taxa de crescimento relativo, como observado em um estudo realizado com a espécie *Opuntia ficus indica* (NERD; DUMOUTIER; MIZRAHI, 1997).

A qualidade da saturação por bases variou de média a muito boa, sendo observado que os valores médios se encontram nos subsistemas reserva (5,8084 ha), pastejo (0,3942 ha), pousio (0,8303 ha), milho+feijão macassar (0,0264 ha) e palma (0,2948 ha) (Figura 3L). Destaca-se que a saturação por base, mesmo que classificada como alta, não é indicativa de fertilidade alta quando o solo apresentar simultaneamente caracteres sódico e/ou sálco ou salino, pelo teor de sódio elevado e/ou pelos altos teores de sais solúveis (SANTOS et al., 2018). Portanto, o subsistema de palma pode ser considerado o mais limitante com relação a saturação por bases, por também apresentar o maior teor de sódio, classificado como ligeiramente sódico.

Com relação a saturação por Al, constata-se que o agroecossistema apresenta classificação variando de bom a muito bom (Figura 3M), que abrangem 57,6% e 42,4% da área total, respectivamente. Os subsistemas que apresentaram valores bons para saturação por Al foram reserva (96,8%), pastejo (60,4%), pousio (47,2%) e milho+feijão macassar (0,3%), enquanto os demais subsistemas apresentaram 100% de suas áreas com valores muito bons. Esses resultados indicam que este atributo não é limitante ao crescimento e desenvolvimento das culturas.

A qualidade do PST no agroecossistema foi classificada como média a muito alta (Figura 3N). Apesar de o agroecossistema apresentar parte da área classificada como média qualidade, constata-se que esta região abrange apenas partes dos subsistemas palma (0,3306 ha), pousio (0,0596 ha) e



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

outros usos (0,0064 ha), que somados chegam a uma área de 0,3966 ha, ou seja, representam somente 3,3% da área total.

Os valores da densidade do solo variaram de 1,22 a 1,34 g cm<sup>-3</sup>, denotando níveis de qualidade baixo a alto no agroecossistema (Figura 3O). As regiões com maiores densidades de solo estão localizadas em parte dos subsistemas de pastejo, pousio, batata-inglesa e, milho+feijão macassar, contudo, não há limitação para o crescimento do sistema radicular das culturas (Figuras 2 e 3O). De acordo com a literatura, os valores críticos de densidade do solo encontram-se acima de 1,85 g cm<sup>-3</sup>, por ocasionar modificações na morfologia das raízes (engrossamento e desvios em ângulos de até 90°), e, conseqüentemente, limitações ou impedimentos para o desenvolvimento do sistema radicular (REINERT *et al.*, 2008).

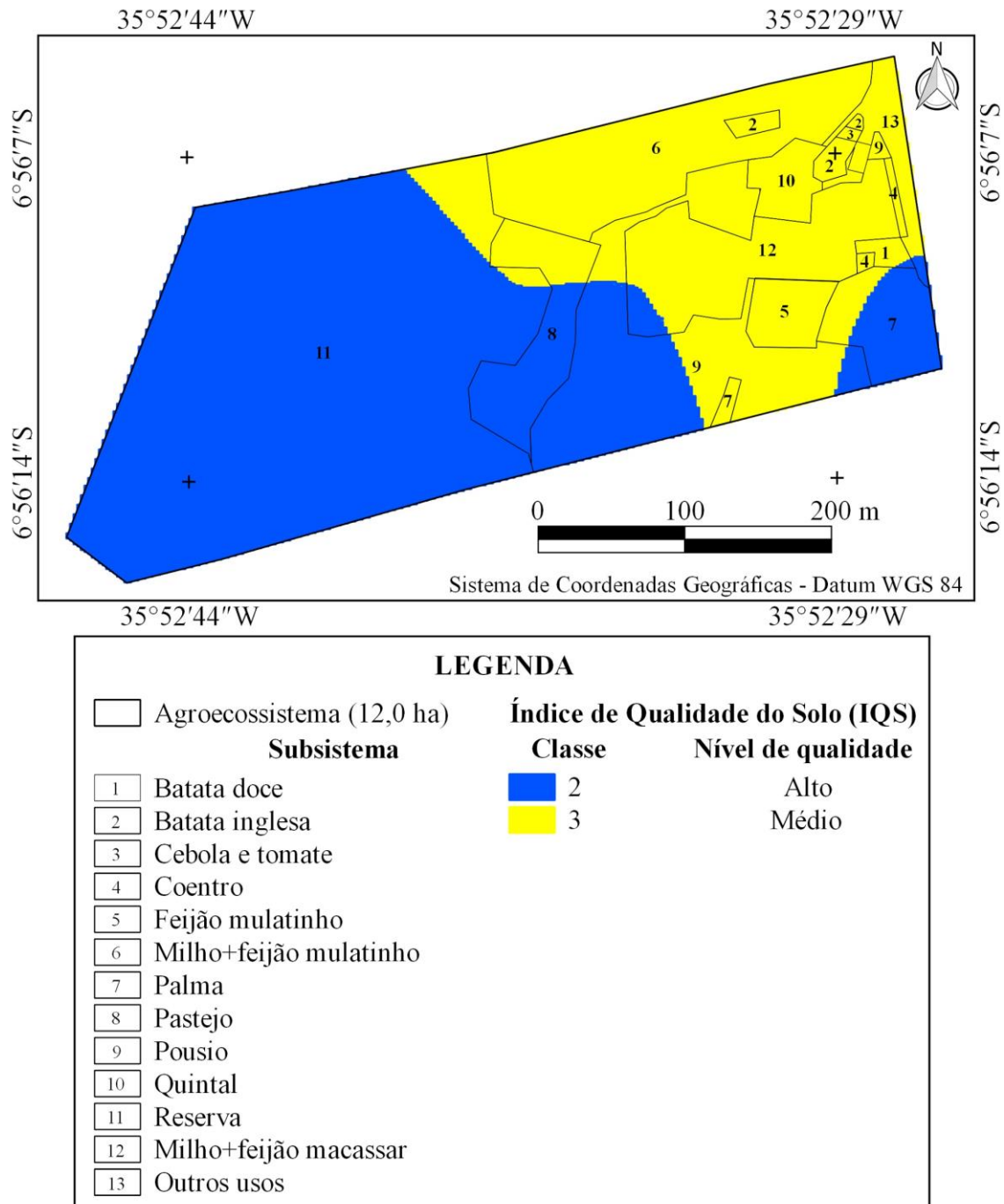
### Qualidade do solo no agroecossistema e subsistemas

A qualidade do solo no agroecossistema variou de média a alta, com maior qualidade observada em parte dos subsistemas reserva (98,67%), pastejo (65,08%), pousio (61,96%), milho+feijão macassar (5,48%), palma (70%) e batata-doce (18,18%) (Figura 4). Com base nos resultados constata-se que os subsistemas cultivados que apresentam maior revolvimento do solo tendem a ter menor qualidade do solo. Esse processo é considerado comum em função do aumento da exposição da matéria orgânica à atividade microbiana aeróbica e, conseqüentemente, elevação da velocidade de decomposição do material (ROSCOE; BODDEY; SALTON, 2006). A matéria orgânica é considerada um indicador chave de qualidade do solo que influencia os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (ZANINETI; MOREIRA; MORAES, 2016). Diante do exposto, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas para conduzir ou manter os valores de pH do solo dentro da faixa mais adequada para as culturas (5,5 a 6,0) e disponibilizar nutrientes para as plantas, principalmente P e Ca<sup>2+</sup>. O aumento do teor de matéria orgânica também favorece o armazenamento de água no solo, disponibilizando-a ao longo do tempo para as culturas, sendo essencial para a região semiárida, onde está localizada a área de estudo.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO  
Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza



**Figura 4.** Qualidade do solo nos subsistemas e agroecossistema, em Neossolo Litólico no semiárido paraibano.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os atributos do solo considerados limitantes ao desenvolvimento de atividades agropecuárias no agroecossistema e seus subsistemas, em ordem decrescente, são: baixos teores de matéria orgânica, baixos teores de P, valor inadequado de pH e baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ . A matéria orgânica



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

influencia todos os atributos citados, por esse motivo é considerada como indicador chave para avaliar e monitorar a qualidade do solo, e para selecionar as práticas de manejo conservacionistas mais adequadas para aumentar seu teor no solo.

As geotecnologias permitem mapear a distribuição espacial dos atributos do solo e classificar a qualidade dos solos nos subsistemas. Também permitem identificar os atributos mais limitantes para o crescimento e o desenvolvimento das culturas, para em seguida, selecionar as práticas de manejo mais adequadas para melhorar a qualidade do solo em cada subsistema.

### REFERÊNCIAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas. **Monitoramento:** Chuvas acumuladas no ano de 2014. Município de Remígio: AESA, 2014. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/sort.do?layoutCollection=0&layoutCollectionProperty=&layoutCollecti onState=3&pagerPage=3>. Acesso em: 15 fev. 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 11-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ALVAREZ, V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. Ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 26-28.

AMORIM, J. R. A.; CRUZ, M. A. S.; RESENDE, R. S.; BASSOI, L. H.; SILVA FILHO, J. G. **Espacialização da Porcentagem de Sódio Trocável do Solo no Perímetro Irrigado Califórnia, em Canindé de São Francisco, Sergipe**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 61).

BOHNEN, H. Acidez e calagem. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J. (Eds.) **Princípios de fertilidade de solo**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. p.51-76.

CAMPOS, D. V. B.; TEIXEIRA, P. C.; PÉREZ, D. V.; SALDANHA, M. F. C. Acidez potencial do solo. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Eds.) **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília-DF: Embrapa, 2017. p. 233-237.

CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, A. S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 2, p. 195-203, 2007.

CAVALCANTI, F. J. A.; SANTOS, J. C. P.; PEREIRA, J. R.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L.; FREIRE, F. J.; SILVA, D. J.; SOUSA, A. R.; MESSIAS, A. S.; FARIA, C. M. B.; BURGOS, N.; LIMA JÚNIOR, M. A.; GOMES, R. V.; CAVALCANTI, A. C.; LIMA, J. F. W. F. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2008. 212 p.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 6, p. 1013-1021, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000600010>



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza, Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea:** diagnóstico do município de Remígio, estado da Paraíba. Recife-PE: CPRM/PRODEEM, 2005. 19 p.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, J. F. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura:** Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. p. 151-162.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H. **Rotação de culturas:** prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná. Piracicaba, SP: International Plant Nutrition Institute, 2011. 13 p. (Informações Agrônomicas 134).

HECHT, S. B. La evolucion dei pensamiento agroecologico. Agroecologia y desarrollo. In: ALTIERI, M. A.; HECHT, S.; LIEBMAN, M.; MAGDOFF, F.; NORGAARD, R.; SIKOR, T. O. **Agroecología:** bases científicas para una agricultura sustentable. Santiago: Clades, 1999. p. 15-30.

JONES, U. S. **Fertilizers & soil fertility.** Reston-VA: Reston Publishing Company. 1979. 368 p.

KIEHL, E. J. **Edaphology Manual:** Soil-Plant Relationship. São Paulo, SP: Agrônômica Ceres, 1979. 264 p.

McBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils.** New York-Oxford: Oxford University Press, 1994. 406p.

NERD, A.; DUMOUTIER, M.; MIZRAHI, Y. Properties and postharvest behavior of the vegetable cactus *Nopalea cochenillifera*. **Post Harvest Biology and Technology**, v. 10, n. 2, p. 135-143, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(96\)01304-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(96)01304-X)

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 32, n. 5, p. 1805-1816, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000500002>

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: Roscoe R, Mercante FM, Salton JC. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas:** Modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304 p.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. Dinâmica da matéria orgânica no bioma caatinga. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds). **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo.** 2. ed. Porto Alegre, RS: Metrópole, 2008. p. 419-441.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília-DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, V. P. R.; CORREIA, A. A.; COELHO, M. S. Análise de tendência das séries de precipitação pluvial do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 111-114, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v2n1p111-114>.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA O MANEJO DA FERTILIDADE DO NEOSSOLO LITÓLICO EM A  
GROECOSSISTEMA FAMILIAR, NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Jhony Vendruscolo, Maria Aparecida da Silva Barbosa, Ewerton Gonçalves de Abrantes, Renato Francisco da Silva Souza,  
Karoline Ruiz Ferreira, Aldrin Martin Perez Marin, Emanuel Fernando Maia de Souza

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do Solo e Sua Correção. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. *In*: ALVAREZ V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Eds). **Tópicos em ciência do solo**. v. 2. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 196-276.

ZANINETTI, R. A.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo amarelo na conversão de floresta primária para seringais na Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1061-1068, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900005>