

Qualidade ambiental em solo com diferentes ciclos de cultivo do meloeiro irrigado

Environmental quality in soil with different growing season cultivated with muskmelon irrigated

Celsemy Eleutério Maia¹

RESUMO

O solo é um importante componente do ecossistema terrestre, porque preserva reservas de nutrientes e dá suporte a processos biológicos. Para a preservação desse recurso, é necessário em primeiro lugar saber as condições e os processos que acontecem no solo, obtidos por meio de índices que determinam a sua qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade ambiental em Latossolo Vermelho cultivado com diferentes ciclos da cultura do melão. Foram coletadas amostras de solos de nove áreas com diferentes ciclos de cultivo e comparados com as da mata nativa. Concluiu-se que a qualidade ambiental diminuiu com os ciclos de cultivo, quando comparada com a área de referência de mata nativa.

Palavras-chave: manejo de solo, índice de qualidade de solo, sustentabilidade agrícola, modelo matemático.

ABSTRACT

Soil is an important component of terrestrial ecosystems because it preserves nutrient reserves, supports many biological. To preserve this resource and its functions, it is necessary first of all to know the conditions and the processes occurring in it, for example, through the determination of soil quality. The aim of this study was to evaluate the environmental quality in Oxisol cultivated with different growing season of muskmelon. Were collected soil samples from nine areas with different growing season and compared with the native forest. It was concluded that environmental quality decreased with crop cycles when compared with the reference area of native forest.

Key words: soil management, soil quality index, agricultural sustainability.

INTRODUÇÃO

O uso de indicadores da qualidade do solo para avaliação da sustentabilidade ambiental é de grande importância e pode ser definido como a capacidade do solo funcionar dentro dos limites do ecossistema; sustentar a produtividade biológica; manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal e animal. A avaliação dessa qualidade por meio de atributos do solo é bastante complexa, devido à grande diversidade de usos, à multiplicidade de inter-relações entre fatores físicos, químicos e biológicos que controlam os processos e aos aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço, sendo que o grande desafio dos estudos sobre sustentabilidade é com relação ao desenvolvimento de metodologias para avaliação da qualidade do solo e do ambiente sob a interferência do homem (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009). Portanto, a relação entre qualidade do solo e sustentabilidade agrícola consiste na produção de alimentos e fibras em um solo capaz de cumprir suas funções, num processo de produção ambientalmente seguro, economicamente viável e socialmente aceito.

Para quantificar as alterações provocadas pelos diferentes sistemas de manejo, ou até mesmo como indicadores de qualidade do solo, tem-se utilizado atributos químicos e físicos do solo, no entanto, deve-se ressaltar que a intensidade das alterações desses atributos varia conforme os

¹Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), BR 110, km 47, CP 137, 59625-900, Mossoró, RN, Brasil. E-mail: celsemy@ufersa.edu.br. Autor para correspondência.

diferentes sistemas de manejo adotados (NEVES et al., 2007). Como exemplo de alteração, MAIA et al. (2001) comentam que os solos da região da Chapada do Apodi são caracterizados por serem solos jovens, de boa fertilidade e, devido a sua origem calcária, apresentam pH natural de neutro a alcalino. Porém, com os cultivos sucessivos, em especial com a cultura do melão, verifica-se que, com três anos de cultivo, o pH desses solos aumenta, ocorrendo o contrário do que ocorre em outras regiões, onde o pH dos solos decresce com os anos de cultivo, sendo necessária a aplicação de calcário para elevação do pH desses solos para uma faixa ideal para a cultura. Outros exemplos são relatados por SILVA et al. (2007) e NUNES et al. (2008), em que o uso de águas de irrigação ricas em carbonato de cálcio, em bananeiras do norte de Minas Gerais, têm provocado alterações nas características químicas dos solos, com elevação do pH e dos teores de cálcio e sódio. Já MELO FILHO et al. (2007), avaliando a qualidade ambiental, usando o índice de qualidade do solo para um Latossolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros, verificaram baixa qualidade para produção vegetal e MELO FILHO et al. (2009), avaliando áreas com citros também em Latossolo Amarelo coeso, concluíram que a área sob manejo tradicional apresentou índice de qualidade regular, com limitações determinadas pela elevada resistência do solo à penetração, baixa permeabilidade à água e baixo teor de matéria orgânica, o que resulta em limitações para permitir o crescimento e o aprofundamento do sistema radicular e prover o fornecimento e a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas cítricas.

O objetivo deste trabalho foi propor e avaliar um índice de qualidade ambiental em áreas de Latossolo Vermelho cultivado em diferentes ciclos da cultura do meloeiro irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Famosa Ltda, localizada no Sítio Pau-Branco, distante aproximadamente 35km do município de Mossoró-RN, cujas coordenadas geográficas são: 4°91'27,2"S, 37°21'01,7"W, e altitude de 60m. A propriedade apresenta uma área total de aproximadamente 5.600ha e está situada entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Segundo a classificação de Köppen, o clima de Mossoró é do tipo BSw'h, isto é, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média diária anual de 27,4°C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 673,9mm e

umidade relativa média de 68,9% (CARMO FILHO et al., 1991).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico argissólico, textura arenosa e a água de irrigação utilizada na Fazenda Famosa é proveniente de poços escavados em dois tipos de aquíferos. Um dos aquíferos está localizado no Arenito Açú, caracterizando-se por exigir poços profundos (aproximadamente 1.000m) e apresentar água de boa qualidade, com condutividade elétrica (CEa) de 0,6dS m⁻¹, porém, de alto custo para sua captação. O outro aquífero se encontra no Calcário Jandaíra, com poços bem mais rasos que os do Arenito Açú (aproximadamente 100m), com menor custo de implementação e captação, mas apresentando água de qualidade inferior (CEa variando de 2,5 a 3,2dS m⁻¹), com abundância de Ca e HCO₃.

Foram avaliadas nove áreas, sendo a de referência a mata nativa de caatinga do entorno das áreas cultivadas. As áreas cultivadas apresentaram diferentes tempos de uso do cultivo do melão (Cantaloupe ou Gália). As áreas foram definidas como: Referência - área com vegetação nativa correspondente a uma área de 40ha; Área 01 - área com 03 ciclos de cultivo de melão, correspondente a uma área de 96ha; Área 02 - área com 04 ciclos, correspondente a uma área de 120ha; Área 03 - área com 05 ciclos, correspondente a uma área de 96ha; Área 04 - área com 06 ciclos, correspondente a uma área de 50ha; Área 05 - área com 07 ciclos, correspondente a uma área de 72ha; Área 06 - área com 08 ciclos, correspondente a uma área de 80ha; Área 07 - área com 09 ciclos, correspondente a uma área de 40ha, Área 08 - área com 10 ciclos, correspondente a uma área de 40ha.

Nas áreas avaliadas, as amostras de solo foram retiradas da camada de 0-20cm usando trado tipo holandês, sendo retiradas 15 amostras simples para fazer uma amostra composta. Para a área de mata nativa, foram coletadas 20 amostras simples de forma aleatória na área, sendo analisadas as 20 amostras para estimar a média e o desvio padrão das características avaliadas.

As características químicas avaliadas foram os teores de C, Ca, Mg, K, Na, Al, H+Al, P, Fe, Zn, Mn, Cu; assim como a soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), percentagem de sódio trocável (PST), percentagem de saturação com alumínio (m) e saturação por bases (V%). Foram determinados também o pH (1:2,5 em água) e CE (extrato de saturação), de acordo com EMBRAPA (1999).

Com os dados das análises da área de referência (mata nativa), aplicou-se o teste de Lilliefors

para verificar a normalidade dos dados de todas as características analisadas. Aplicando-se o teste aos dezenove (19) indicadores, verificou-se que, para sete (7) deles, fez-se necessário a transformação dos dados médios a fim de se obter a distribuição normal dos indicadores. Aplicou-se a transformação logarítmica (ln) às variáveis: Carbono (C), Condutividade elétrica (CE), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Manganês (Mn) e Ferro (Fe). Para o Cálcio (Ca), os dados foram transformados usando a raiz quadrada.

Para estimar em termo de desvio das áreas cultivadas em relação aos valores de referência (mata nativa) e, levando-se em consideração a distribuição normal dos dados, eles foram padronizados de acordo com a equação 1, com z_i sendo o valor padronizado da variável normal com média μ e desvio padrão σ igual a zero e 1, respectivamente, x o valor da característica avaliada na área cultivada; \bar{x} e s a média e o desvio padrão da característica avaliada na área de mata nativa, respectivamente.

$$z_i = \frac{x - \bar{x}}{s} \quad (1)$$

Para avaliar as alterações das áreas cultivadas nos diferentes tempos de cultivo, esta foi feita com base nos desvios em comparação à área de referência. Para estimar os valores dos índices de qualidade ambiental da característica avaliada, utilizaram-se as equações 2, 3 e 4, para as condições de “mais é melhor”, “menos é melhor” e “valor máximo”, respectivamente (Figura 1), com $\beta = \exp(-1,7145 \cdot z_i)$. A curva para a condição de “mais é melhor” tem derivada positiva e usada para indicadores que melhoram a qualidade do solo, a exemplo da CTC e C; o “valor máximo” possui

derivada positiva até o valor máximo e é usada para indicadores que apresentam efeito positivo na qualidade do solo até determinado valor, a partir do qual sua influência é negativa, a exemplo do pH e da condutividade hidráulica. A curva do tipo “menos é melhor” possui derivada negativa e usada para indicadores que apresentam efeito negativo ao solo, tais como a densidade do solo e Al^{3+} trocável (MELO FILHO et al., 2007).

$$IQ_i = \frac{1}{1 + \beta} \quad (2)$$

$$IQ_i = \frac{\beta}{1 + \beta} \quad (3)$$

$$IQ_i = \frac{4\beta}{(1 + \beta)^2} \quad (4)$$

Das características avaliadas, considerou-se como “quanto mais melhor” apenas o carbono do solo. Como “quanto menos melhor”, considerou-se o Na, Al, PST, m e CE e “valor máximo” o pH, P, Ca, Mg, K, H+Al, SB, CTC, V, Cu, Zn, Mn e Fe.

Diferentemente do proposto por KARLEN & STOTT (1994) e usado por MELO FILHO et al. (2007), para avaliar a qualidade de um Latossolo Amarelo coeso, não se utilizou aqui o peso numérico atribuído a cada função na composição do índice geral de qualidade, sendo o índice calculado pela equação 5, em que IQ_S é o índice de qualidade de solo da área avaliada, IQ_i é o índice de qualidade da característica avaliada e n o número de características avaliadas.

$$IQ_S = \frac{\sum_{i=1}^n IQ_i}{n} \quad (5)$$

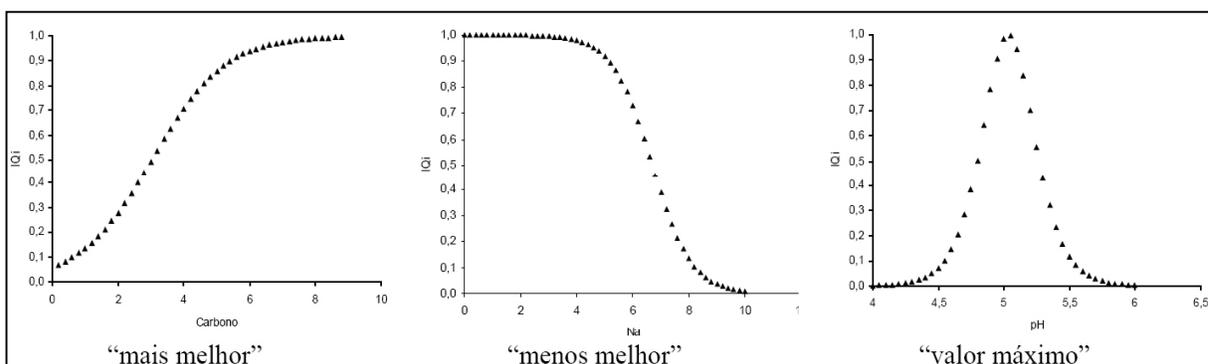


Figura 1 - Índice de qualidade (IQ_i) para Carbono (“mais melhor”), sódio (“menos melhor”) e pH (“valor máximo”) com base na mata nativa.

A qualidade do solo é avaliada pelos valores de IQ_i , em que, para as condições de “mais é melhor”, “menos é melhor” e “valor máximo”, a não alteração em comparação com a área de referência seria IQ_i igual a 1 (um), sendo que, quanto menor que a unidade, maiores as alterações em relação à mata nativa. Isso também se reflete no IQS .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando as áreas cultivadas com relação à mata nativa, observa-se, na tabela 1, uma tendência de melhora da qualidade ambiental com os ciclos de cultivo com relação a C, Al e H+Al e diminuição da qualidade ambiental para pH, P, K, Ca, Mg, Na e SB. É necessário destacar as alterações para pH e P, cujo aumento nos desvio do terceiro ciclo de cultivo até o décimo, com relação à área de referência (mata nativa), se deve à aplicação de água com presença de bicarbonato na irrigação e pesada adubação fosfatada feita em cada ciclo, passando o pH da mata nativa de 5,04 para valores superiores a 7,00 e os teores de P de 0,60mg dm⁻³ para mais de 60mg dm⁻³, nos dez ciclos de cultivo.

Com o aumento do pH, devido à qualidade da água de irrigação utilizada, pode ser demonstrado que, com a concentração de bicarbonato de 6,1mmol_c L⁻¹ na água usada para irrigar as áreas na fazenda e, para uma lâmina média de água utilizada para o meloeiro de 350mm, a quantidade de equivalente carbonato de cálcio (MAIA et al., 2001) seria de 1.067,5kg ha⁻¹, explicando assim o aumento do pH do solo com os ciclos de cultivo, comportamento observado também por NUNES et al. (2005), em solos irrigados de Minas Gerais. Já para o aumento nos teores de P no solo, também foi observado por NUNES et al. (2008), em áreas irrigadas de Minas Gerais, onde, pelo fracionamento, os autores verificaram que a maioria do P nessas áreas estaria ligada ao Ca, forma que, na prática, o P não pode ser prontamente utilizado pelas plantas, com exceção daquelas que promovem acidificação em sua rizosfera (NOVAIS & SMYTH, 1999). O aumento dos teores de P em áreas irrigadas comparadas com mata nativa foi observado também por FIALHO et al. (2006).

Analisando os teores de Ca e Mg no solo, observa-se que o Ca passou de 6,8mmol_c dm⁻³

Tabela 1 - Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) para área de mata nativa, valores da análise de solo das áreas cultivadas e índice de qualidade para C, pH, P, K, Ca, Mg, Na, Al, H+Al e soma de bases (SB) para os diferentes número de ciclos das áreas cultivadas com meloeiro.

	C	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB
	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
----- Mata nativa -----										
Média	3,04	5,04	0,60	0,96	6,80	4,90	6,69	1,05	15,91	19,35
Desvio	1,85	0,23	0,50	0,33	1,40	1,80	1,19	0,32	8,36	2,59
CV(%)	61,09	4,52	83,77	34,05	20,58	36,81	17,80	30,51	52,55	13,40
----- Análise de solo -----										
Ciclos										
3	2,40	6,15	4,00	1,00	7,50	3,75	3,75	0,50	1,65	16,00
4	4,08	6,55	6,50	1,00	11,50	7,40	0,65	0,75	2,50	20,55
5	5,48	7,35	17,17	1,35	14,43	9,56	0,77	0,08	3,60	26,11
6	7,44	7,20	20,00	2,10	16,10	5,60	2,90	0,00	9,90	26,70
7	4,50	7,25	42,00	1,45	7,88	4,65	4,70	0,13	0,40	18,68
8	4,40	7,60	59,00	1,70	24,10	9,40	7,20	0,00	25,60	42,40
9	5,64	7,15	67,25	1,30	36,75	12,75	11,60	0,00	7,03	62,40
10	3,18	7,45	62,50	7,60	41,90	19,30	1,50	0,00	17,35	70,30
----- IQ_i -----										
3	0,358	0,001	0,000	0,986	0,839	0,755	0,985	0,949	0,198	0,361
4	0,723	0,000	0,000	0,986	0,013	0,316	1,000	0,831	0,231	0,859
5	0,904	0,000	0,000	0,400	0,000	0,048	1,000	0,994	0,280	0,046
6	0,983	0,000	0,000	0,010	0,000	0,899	0,996	0,996	0,703	0,032
7	0,793	0,000	0,000	0,260	0,671	0,986	0,945	0,993	0,157	0,953
8	0,777	0,000	0,000	0,078	0,000	0,056	0,326	0,996	0,429	0,000
9	0,916	0,000	0,000	0,486	0,000	0,002	0,001	0,996	0,485	0,000
10	0,533	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,999	0,996	0,979	0,000

para mais de $40,0\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ e o Mg de $4,90\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ para aproximadamente $19,00\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$. O aumento nos teores de Ca e Mg presume-se que se deva à qualidade da água de irrigação, que apresenta concentrações de $10,6$ e $1,4\text{mmol}_c\text{ L}^{-1}$ para Ca e Mg, respectivamente. Considerando que a lâmina de água aplicada na irrigação do meloeiro durante todo o ciclo da cultura seja de 350mm , seria aplicado por ciclo via água de irrigação as quantidades de 742 e $58,8\text{kg ha}^{-1}$ de Ca e Mg, respectivamente. Nesse sentido, NUNES et al. (2008) concluíram que o uso de água de poços da região de Janaúba-MG e as práticas culturais associadas provocam alterações nos solos equivalentes a uma calagem em doses elevadas, causando forte elevação dos valores médios de pH, bem como dos teores de Ca, e que o grande aporte de Ca veiculado pela irrigação com água de poços provoca elevações das relações Ca/Mg e Ca/K nos solos estudados. Comparando áreas de mata nativa e irrigada na Chapada do Apodi, FIALHO et al. (2006) verificaram que os teores Ca e Mg foram considerados altos nas duas áreas, porém com teores maiores na área cultivada.

Apesar de que o aumento da CTC do solo seja algo desejado (MARZAIOLI et al., 2010), SO et al. (2006) alertam que nem todos os cátions extraídos pela análise de solo são trocáveis, principalmente em áreas com problema de salinidade, devido à presença de sais solúveis. Assim, diferentemente de GLOVER et al. (2000), que considerou a CTC como “quanto mais melhor”, devido a esse problema de sais solúveis na agricultura irrigada, considerou-se neste trabalho a CTC como “valor máximo” que, quando comparado com a área de referência, observou-se diminuição do índice da CTC, principalmente nas áreas com maiores ciclos de plantio do meloeiro, com aumento em relação a área de referência de $92,91\%$, $96,96\%$ e $148,68\%$ para as áreas com 8, 9 e 10 ciclos, respectivamente (Tabela 2). Detalhando o aumento da CTC nas áreas mais cultivadas, verificou-se que esta se deveu principalmente ao aumento das concentrações de Ca e Mg no solo, conseqüentemente aumentando a soma de bases, semelhante ao observado por FIALHO et al. (2006) em áreas irrigadas. Observou-se ainda que o aumento da CTC

Tabela 2 - Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) para área de mata nativa, valores da análise de solo das áreas cultivadas e índice de qualidade para CTC, saturação por bases (V), porcentagem de sódio trocável (PST), saturação por alumínio (m), condutividade elétrica do solo (CE), Cu, Zn, Mn e Fe para os diferentes números de ciclos das áreas cultivadas com meloeiro.

	CTC	V	PST	m	CE	Cu	Zn	Mn	Fe
	$\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$	----- % -----	----- % -----		dS m^{-1}	----- mg dm^{-3} -----			
----- Mata nativa -----									
Média	35,25	57,65	20,10	5,15	0,12	0,13	0,32	7,42	44,90
Desvio	9,26	12,88	5,30	1,66	0,04	0,09	0,18	5,48	26,06
CV(%)	26,26	22,34	26,37	32,29	32,72	69,24	54,97	73,76	58,04
----- Análise de solo -----									
Ciclos									
3	17,65	90,65	21,25	3,03	0,18	0,12	0,32	6,22	23,16
4	23,05	89,15	2,82	3,52	0,24	0,44	0,66	5,04	8,12
5	29,71	87,88	2,58	0,32	0,19	0,28	0,40	5,36	10,88
6	36,60	72,95	7,92	0,00	0,25	0,34	1,04	10,64	4,86
7	19,08	97,90	24,64	0,66	0,36	0,70	2,64	4,02	8,76
8	68,00	62,35	10,59	0,00	0,34	0,84	1,90	8,24	6,86
9	69,43	89,88	16,71	0,00	0,28	0,04	0,28	7,74	43,26
10	87,65	80,21	1,71	0,00	0,74	0,62	1,58	5,64	9,34
----- IQ_i -----									
3	0,146	0,050	0,409	0,897	0,062	0,993	1,000	0,966	0,628
4	0,348	0,061	0,996	0,841	0,004	0,011	0,139	0,875	0,305
5	0,780	0,071	0,996	0,993	0,038	0,202	0,864	0,904	0,354
6	0,985	0,414	0,980	0,995	0,002	0,070	0,004	0,787	0,255
7	0,186	0,019	0,189	0,990	0,000	0,000	0,000	0,766	0,316
8	0,010	0,909	0,955	0,995	0,000	0,000	0,000	0,984	0,285
9	0,008	0,055	0,748	0,995	0,001	0,525	0,964	0,998	0,997
10	0,000	0,184	0,997	0,995	0,000	0,000	0,000	0,927	0,326

se verificou mesmo com a diminuição do Na nessas áreas, em relação à área de referência, diminuição essa que pode ser devida à maior mobilidade desse elemento no solo, favorecendo a perda por lixiviação nas áreas irrigadas. Ainda se observa na tabela 2 a diminuição dos índices de Cu e Zn e aumento do índice da PST e saturação por alumínio (m), com o aumento dos ciclos de cultivo.

Como a qualidade do solo é avaliada em função das várias características que influenciam no crescimento e desenvolvimento das plantas e levando em consideração as 19 características avaliadas, observa-se na tabela 3 diminuição dos índices de qualidade ambiental do solo com relação à mata nativa, com coeficiente de correlação de -0,8282.

Levando em consideração que teoricamente o melhor IQI seria igual a 1, observa-se já no terceiro ciclo que o IQS já se encontrava em 0,588, diminuindo até 0,385 no décimo ciclo, em que se verificam as maiores alterações no ambiente. Nesse sentido, é importante frisar que aqui se estão avaliando os desvios das características avaliadas em relação à área de mata nativa, não indicando que a mata nativa esteja na condição ótima para o cultivo agrícola. Exemplo disso é que, com os cultivos na área, observa-se diminuição nos teores de alumínio no solo e diminuição na saturação por alumínio. Além disso, houve aumento nos teores de P, K, Ca e Mg, porém, no caso desses dois últimos, aumento de mais de quatro vezes no décimo ciclo. Assim, para avaliar os desvios em relação a áreas de alta produtividade, daria informação dos fatores limitantes para a produção agrícola.

Nesse sentido, o IQS estimou satisfatoriamente as alterações ocorridas no solo com

Tabela 3 - Índice de qualidade do solo (IQS) para os diferentes números de ciclos das áreas cultivadas com meloeiro e coeficiente de correlação entre os ciclos e IQS.

Ciclos	IQS
3	0,588
4	0,474
5	0,493
6	0,506
7	0,457
8	0,378
9	0,454
10	0,385
Coeficiente de correlação	-0,8282*

* - significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

os ciclos de cultivo do meloeiro com relação à mata nativa, indicando que o uso de índices de qualidade de solo é uma ferramenta apropriada para avaliar as alterações nos sistemas de cultivo. WIENHOLD et al. (2004) afirmam que os índices são ferramentas que avaliam as condições atuais da área cultivada, quando comparada com outras áreas cultivadas ou não. Nesse sentido, os autores comentam que os índices sejam normalizados para que possam ser comparadas áreas com diferentes práticas de manejo, avaliando assim a sustentabilidade do sistema, afirmação compartilhada também por GLOVER et al. (2000). Porém, a qualidade do solo pode ser avaliada também com índice baseado nas propriedades bioquímicas (ZORNOZA et al., 2007) e microbiológicas do solo (FRANCHINI et al., 2007).

CONCLUSÃO

O índice proposto para avaliar a qualidade ambiental do solo permitiu verificar as alterações nas áreas cultivadas com meloeiro em relação à mata nativa, diminuindo o índice com o aumento dos ciclos de cultivo.

REFERÊNCIAS

- CARMO FILHO, F. et al. **Dados meteorológicos de Mossoró (Jan. de 1988 à Dez. de 1990)**. Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121p. (Coleção Mossoroense).
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- FIALHO, J.S. et al. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.250-257,2006. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/163/157>>. Acesso em: 22 set. 2007.
- FRANCHINI, J.C. et al. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v.92, p.18-29, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org.ez13.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.bbr.2011.03.031>>. Acesso em: 25 set. 2010.
- GLOVER, J.D. et al. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.80, p.29-45, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org.ez13.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.bbr.2011.03.031>>. Acesso em: 25 set. 2010.
- KARLEN, D.L.; STOTT, D.E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: DORAN, J.W. et al. (Ed). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p53-72. (Special Publication, 35).
- MAIA, C.E. et al. Estimativa de carbonato de cálcio aplicado via água de irrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açu,

- RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.71-75, 2001.
- MARZAIOLI, R. et al. Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. **Applied Soil Ecology**, v.44, p.205-212, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org.ez13.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.bbr.2011.03.031>>. Acesso em: 14 mar. 2011.
- MELO FILHO, J.F. et al. Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um Latossolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1599-1608, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000600036&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 05 nov. 2011.
- MELO FILHO, J.F. et al. Índice de qualidade em um Latossolo Amarelo coeso cultivado com citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p.1168-1177, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000400034&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 nov. 2010.
- NEVES, C.M.N. et al. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Scientia forestalis**, v.74, p.45-53, 2007. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr74/cap05.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2010.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.
- NUNES, W.A.G.A. et al. Características químicas de solos da região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do Rio Gortuba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.227-236, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000100022&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 05 nov. 2011.
- NUNES, W.A.G.A. et al. Qualidade da água de irrigação de poços tubulares e do rio Gortuba na região de Janaúba-MG. **Irriga**, v.10, p.403-410, 2005.
- SILVA, J.T.A. et al. Atributos químicos e físicos de solos cultivados com bananeira 'Prata-Anã' (AAB), em três níveis de produtividade, no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.102-106, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452007000100022&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 set. 2010.
- SO, H.B. et al. Examination into the accuracy of exchangeable cation measurement in saline soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.37, p.1819-1832, 2006.
- VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.743-755, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000400001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 05 nov. 2010.
- WIENHOLD, B.J. et al. Soil quality: a review of the science and experiences in the USA. **Environmental Geochemistry and Health**, v.26, p.89-95, 2004.
- ZORNOZA, R. et al. Evaluation of soil quality using multiple lineal regression based on physical, chemical and biochemical properties. **Science of the Total Environment**, v.378, p.233-237, 2007.