DEGRADAÇÃO DE SOLOS POR ATIVIDADES AGRÍCOLAS

Antonio Mario Reis de Azevedo Coutinho

Engenheiro Agrônomo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 3

2 ASPECTOS GERAIS SOBRE A DEGRADAÇÃO DE SOLOS.....4

3. PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS.....7

3.1 DEGRADAÇÃO FÍSICA.....7

3.2 EROSÃO.....10

3.3 DEGRADAÇÃO QUÍMICA 12

3.4 DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA 14

3.5 DEGRADAÇÃO POR EXCESSO DE SAIS.....16

4 CONCLUSÕES.....19

5 REFERÊNCIAS.....20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fatores causadores dos processos de degradação do solo.

Figura 2 - Solo apresentando problemas de compactação após vários anos de uso intensivo com máquinas e implementos agrícolas.

Figura 3 – Erosão do solo em área irrigada.

Figura 4 – Solo cultivado intensivamente com redução expressiva no teor de matéria orgânica.

Figura 5 – Salinização em área irrigada. Solo apresentando horizonte com acúmulo de sais.

DEGRADAÇÃO DOS SOLOS POR ATIVIDADES AGRÍCOLAS

Antonio Mario Reis de Azevedo Coutinho (*)

O solo é um dos elementos fundamentais da biosfera, essencial para a humanidade, tendo em vista a sua função para a produção agrícola e para o equilíbrio dos ecossistemas terrestres. Trata-se de um recurso natural que pode ser considerado como não-renovável a curto e médio prazos, considerando-se o tempo médio que leva para a sua formação. Desta forma, o solo deve ser considerado como um dos recursos naturais mais importantes para o planeta, sendo que a sua exploração não deve jamais exceder a capacidade de uso, o que poderia levar ao desenvolvimento de processos de degradação.

A adoção de sistemas intensivos de exploração agrícola, têm causado alterações marcantes nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, principalmente nos horizontes mais superficiais, diminuindo a sua capacidade produtiva. Características como estrutura, porosidade, densidade, condutividade hidráulica, fertilidade, teor de matéria orgânica, condutividade elétrica do extrato de saturação e porcentagem de sódio trocável, têm sido modificadas de forma desfavorável, implicando sério comprometimento do sistema *solo-água-planta*, podendo evoluir para processos de degradação.

Entre os principais fatores responsáveis pelos processos de degradação do solo encontra-se a ação antrópica. O homem ao intervir no ambiente para o estabelecimento de sistemas agrícolas, freqüentemente utiliza-se de forma inadequada dos recursos naturais, causando impactos ambientais negativos. Estes impactos podem manifestar-se sobre o solo, sobre os recursos hídricos, comprometendo o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas.

A FAO reconhece seis grupos de degradação dos solos: **degradação física; erosão hídrica e erosão eólica; degradação química; degradação biológica; degradação por excesso de sais**.

2. ASPECTOS GERAIS SOBRE A DEGRADAÇÃO DE SOLOS

A degradação do solo é um grave problema que afeta amplas áreas do mundo, cuja principal riqueza tem sido tradicionalmente a agricultura. A velocidade e intensidade dos processos de degradação que ocorrem nessas áreas são função de diversos fatores e variam de umas zonas para outras.

Segundo FAO (1980), a degradação do solo pode ser definida como o processo que diminui a capacidade atual e potencial do solo para produzir (quantitativa e qualitativamente) bens ou serviços. Trata-se de um fenômeno dinâmico, que provoca mudanças na qualidade e na produtividade dos solos.

De acordo com MON E IRURTIA (1996), a degradação do solo é a conseqüência de qualquer processo físico, químico, biológico ou mecânico, induzido pelo homem, que produza alguma perda das características ou propriedades do solo, conduzindo à diminuição de sua capacidade produtiva atual ou futura. A degradação do solo induzida pelo homem é o resultado das interações entre a atividade humana e os recursos solo, clima, relevo e vegetação.

Segundo LAL (1989), a degradação do solo inclui deterioração física, química e biológica, tais como declínio na sua fertilidade, declínio na condição estrutural, erosão, salinidade, alcalinidade, acidez e efeito de elementos tóxicos, poluentes ou inundação excessiva (LAL *apud* FAGERIA, 2006).

Além do mais, a degradação do solo pode causar outras alterações, a exemplo de: a) redução da diversidade e atividade biológica da biota; b) alteração na dinâmica e ciclagem dos nutrientes e no fluxo de energia no ecossistema; c) acúmulo de compostos poluentes provocados pela queda na taxa de degradação e mudanças nas características físico-químicas (MICRORGANISMOS E PROCESSOS BIOLÓGICOS (...), 1994).

Atualmente, as principais causas da degradação do solo são as práticas de determinados tipos de ***sistemas de cultivo que conduzem a uma diminuição da qualidade do solo***. Entre as práticas de cultivo inadequadas pode-se destacar: *excesso da ação do arado no solo*, seja pela freqüência ou

intensidade, podendo conduzir a uma grave diminuição da estabilidade estrutural; *trabalho do solo praticado a uma profundidade constante* originando o processo de compactação dos horizontes sub-superficiais (*pé-de-arado* e *pé-de-grade*); a *substituição de adubos orgânicos exclusivamente por adubos sintéticos*, provocando um decréscimo no conteúdo de matéria orgânica do solo, contribuindo para a degradação da estrutura.

Além destas, outras práticas podem ser relacionadas com a degradação dos solos, como a *utilização de águas salinas na irrigação de solos de regiões áridas e semi-áridas*, sem um manejo adequado do solo e da água, levando à salinização dos solos, bem como à *utilização exclusiva de fertilizantes sintéticos, através do uso de fórmulas*, contribuindo para o aumento da salinidade nos solos irrigados e desequilíbrios de fertilidade.

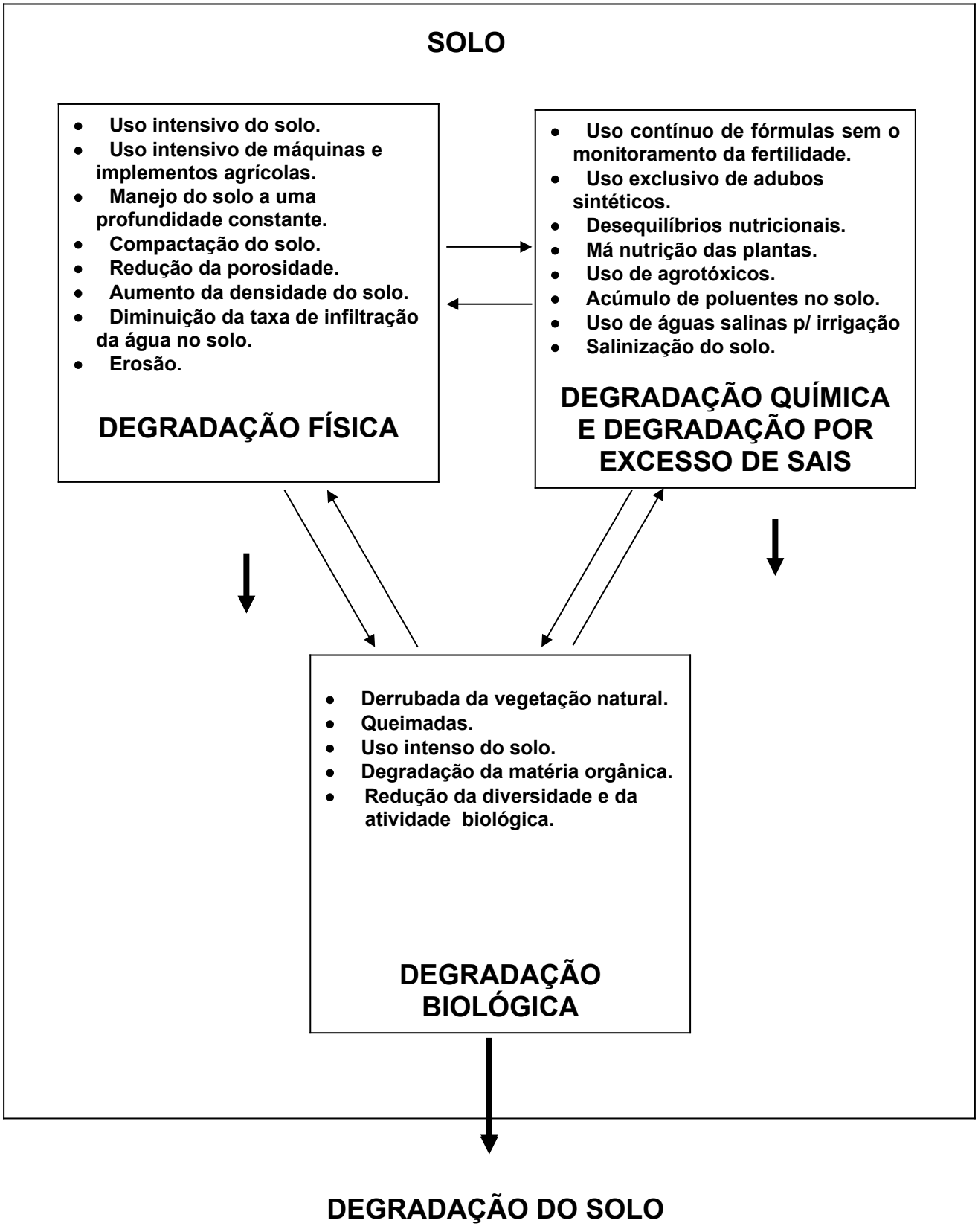
Estima-se que 0,3% a 0,5 % (4 milhões a 7 milhões de hectares) da terra produtiva do mundo está sendo retirada da produção a cada ano e que a taxa de degradação está se acelerando. Havia uma projeção que, pelo final do século passado, 10 milhões de hectares (0,7%) seriam perdidos a cada ano (FAO, 1983 *apud* FAGERIA, 2006). Segundo MABBUT, a degradação do solo afeta cerca de 35% da superfície do planeta (MABBUT *apud* FAGERIA, 2006).

Entre os recursos naturais, os *solos* podem ser considerados como um dos mais importantes, tendo em vista a sua função essencial de permitir o desenvolvimento dos cultivos para a produção de alimentos, garantindo a subsistência da humanidade.

Por este motivo, devem ser utilizados de maneira bastante criteriosa e racional, sendo que a sua exploração não deve jamais exceder a capacidade de suporte de uso, o que pode levar ao desenvolvimento de processos de degradação.

A adoção de sistemas intensivos de exploração agrícola podem causar alterações marcantes nas propriedades físicas e químicas dos solos, principalmente nos horizontes mais superficiais, podendo evoluir para processos de desertificação.

Figura 1 – Fatores causadores dos processos de degradação do solo.



Fonte: Adaptado de microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental (1994).

3. PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

3.1 DEGRADAÇÃO FÍSICA

De acordo com FAO (1980), os processos de ***degradação física*** referem-se a mudanças adversas nas propriedades físicas dos solos, como porosidade, permeabilidade, densidade e estabilidade estrutural. Quase todos esses processos estão relacionados com a redução da porosidade do solo.

Os processos de degradação física do solo geralmente são iniciados com a redução dos níveis de matéria orgânica, com efeitos desfavoráveis na estrutura do solo, e especialmente na função dos poros para transmitir e reter água, e facilitar o desenvolvimento das raízes (PLA, 1994 b *apud* FAO, 1996).

A deterioração destas qualidades se manifesta através de problemas que estão inter-relacionados, tais como, *encrostamento superficial, compactação, diminuição da aeração, limitado desenvolvimento radicular, drenagem deficiente, excessivos escorrimentos superficiais e erosão acelerada*.

O *encrostamento* é muito comum em solos com fraca agregação. Este processo é produzido, segundo BAVER, *"pelo impacto das gotas de chuvas: quando estas incidem sobre o solo descoberto, pois além da energia de impacto, o efeito hidratante das gotas de chuva desintegra o agregado pela expansão de sua massa e explosão do ar aprisionado, seguindo-se a dispersão e orientação das partículas mais finas, que infiltram com a água e entopem os poros"*. (BAVER et al. *apud* REZENDE ,1997).

Segundo REZENDE (1997), a compactação é um processo provocado por *"forças mecânicas externas, ou compressão (trânsito de máquinas e implementos agrícolas, pisoteio de animais, etc). Seus efeitos resultam na diminuição da permeabilidade do solo e em dificuldades para o crescimento das raízes e emergência das plântulas".*

Em geral a compactação do solo verifica-se pela utilização, de maneira exagerada, de maquinaria agrícola pesada, em operações de preparo do solo, tratos culturais e colheitas sob condições inadequadas de umidade do solo. As camadas subjacentes dos solos podem sofrer compactação mais ou menos intensa, a depender de vários fatores, entre eles a mecanização excessiva. O uso continuado de máquinas e implementos de diversos tipos e pesos é responsável pelo endurecimento das camadas subsuperficiais do solo.

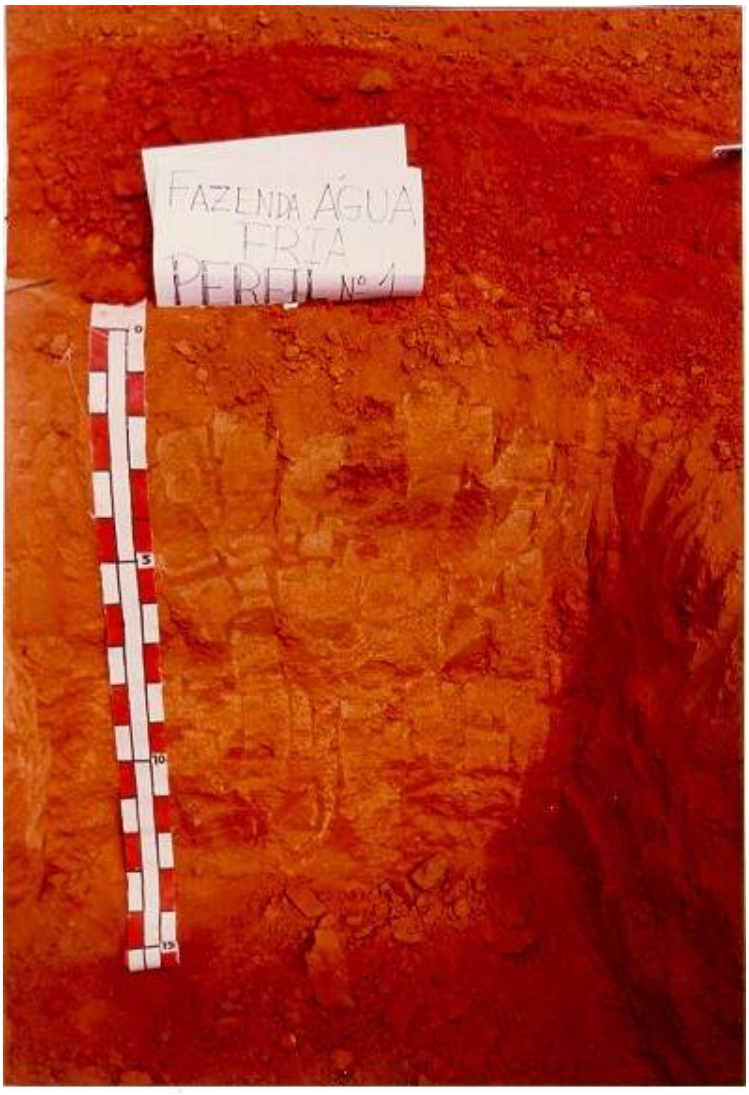


Figura 2 - Solo apresentando problemas de compactação após vários anos de uso intensivo com máquinas e implementos agrícolas.

Segundo CAMARGO (1997), as condições que maximizam a compactação do solo são as seguintes: a) *operações em momento impróprio* b) *montagem incorreta e modelo inadequado dos implementos*, c) *cultivos excessivos*.

Seja qual for a operação agrícola, se efetuada em situação de solo com conteúdo de água inadequado, haverá deterioração de seus atributos físicos, especialmente, estrutura e agregação.

As camadas dos solos, ao tornarem-se compactadas, diminuem a capacidade de infiltração e armazenamento da água, bem como a penetração de raízes dos cultivos. A mecanização intensiva do solo pode alterar sua estrutura original, influenciando também na atividade biológica. O constante revolvimento da camada arável desestrutura o solo, expondo-o aos processos erosivos.

De acordo com CAMARGO (1997):

> "a profundidade máxima de efeito da compactação imposta por máquinas e implementos agrícolas, independentemente do tipo de solo e do peso da maquinaria, não excede 0,50 m. Considera-se como camada compactada, a porção do perfil de solo que, em sua extensão superficial, apresenta valores de densidade e/ou resistência à penetração superiores aos valores obtidos a 0,50 m de profundidade".

Segundo o mesmo autor:

> (...) a quantidade exagerada de operações aumenta muito a tendência à compactação. Em conseqüência do tráfego de máquinas e da movimentação do solo por implementos sobre o mesmo local, produz-se um número muito grande de pequenos agregados que, em certas condições, são menos estáveis que os grandes, facilitando sua deterioração e formação de crosta na superfície do terreno. Conseqüentemente, diminui a infiltração de água no perfil e acelera o processo de erosão. A pulverização devida a cultivos excessivos expõe a matéria orgânica do solo, causando sua oxidação acelerada e diminuindo o teor desse material que ajuda a manter agregadas as partículas do solo. A restrição ao movimento de água é provavelmente a conseqüência mais danosa da compactação de solos durante as operações agrícolas".

3.2 EROSÃO

A erosão é um dos processos de degradação do solo mais prejudiciais para a agricultura, tendo em vista os impactos ambientais negativos que causa. Trata-se de uma das formas mais prejudiciais de depauperamento do solo, uma vez que reduz drasticamente a capacidade produtiva dos mesmos, causando sérios prejuízos para o meio ambiente.

Os processos erosivos em áreas agrícolas, além da perda de solos férteis, geram outras conseqüências muito sérias para a agricultura, como o assoreamento dos cursos d'água, a poluição do solo e da água, a destruição de propriedades rurais, a destruição do patrimônio público (estradas, açudes, barragens), destruição de milhares de hectares de cultivos agrícolas, gerando desta forma um enorme passivo ambiental, com conseqüências econômicas e sociais terríveis.

Figura 3 – Erosão do solo em área irrigada

A erosão é o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causado pela ***água*** e pelo ***vento***, sendo que entre os fatores que influenciam a magnitude do processo erosivo estão as chuvas, a infiltração, a topografia do terreno, a cobertura vegetal e a natureza do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2005).

O solo, desprovido de cobertura vegetal e da ação fixadora das raízes, exposto ao impacto direto da chuva ou do vento, sofre desagregação e remoção de suas partículas. Tal efeito é complementado pelo escoamento superficial das águas ou pela abrasão das partículas transportadas pelo vento (EMBRAPA, 1980 apud COSTA et al. 2000).

A ***erosão hídrica*** é o resultado da interação do clima, solo, topografia, cobertura e manejo do solo e da adoção de práticas conservacionistas, e se manifesta de maneira variável sobre a superfície do terreno; as perdas de solo, água e nutrientes dela resultantes, são as principais responsáveis pelo empobrecimento das terras cultiváveis, o que leva a uma diminuição acelerada da capacidade produtiva pelo empobrecimento do solo e, consequentemente, insustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. Esta influência negativa se torna ainda mais evidente nos terrenos que apresentam declividade acentuada e/ou desprovidos de cobertura vegetal (WISCHMEIER & SMITH (1958); BERTOL et al. *apud* OLIVEIRA et al. 2010).

A ***erosão eólica*** é causada pelo vento, e é ocasionada pela abrasão proporcionada pelos grãos de areia e partículas do solo em movimento. Os principais fatores que afetam a erosão eólica são o clima, o solo e a vegetação. No que se refere ao clima, estão as precipitações, os ventos, a temperatura, a umidade do ar. Com relação ao solo, distinguem-se a textura, a estrutura, a densidade das partículas, a matéria orgânica. De todos estes fatores, o mais preocupante é a umidade, uma vez que somente um solo relativamente seco é sujeito à erosão eólica (BERTONI e LOMBARDI NETO 1999 *apud* DYONISIO, 2010).

3.3 DEGRADAÇÃO QUÍMICA

A degradação química do solo se refere a estados de toxidez, causados pela entrada de substâncias contaminantes no solo. O solo pode contaminar-se, de forma direta, por exemplo ao empregar-se elevadas concentrações de fertilizantes e agrotóxicos.

Segundo PORTA CASANELLAS *et al*. (1994), a contaminação esta associada à entrada de substâncias que, a partir de uma certa concentração devem ser consideradas como não desejáveis. Ela é habitual em uma agricultura baseada no emprego de agroquímicos.

Entre as principais fontes de contaminação potencial do solo estão os agrotóxicos e seus produtos de degradação, assim como os fertilizantes sintéticos (principalmente as fórmulas) empregados na agricultura de forma intensiva e em excesso.

Os adubos nitrogenados, e os fosfatados, podem ser causadores de contaminação, visto que, além de serem absorvidos pelas raízes, são retidos pelo solo, infiltram-se na solução do solo ou movimentam-se com as águas de escorrimento superficial, contaminando as águas superficiais e subterrâneas. Dessa forma, um dos problemas mais importantes da contaminação de origem agrícola é a presença de nutrientes em excesso, que após saturarem o solo, podem contaminar os recursos hídricos. Com relação ao comportamento de alguns elementos nutrientes no solo e seu papel na contaminação das águas, observa-se o seguinte:

- Fósforo

O fósforo apresenta uma fraca lixiviação, portanto este processo tem pouca importância para o fósforo do solo. Por esta razão, a maioria dos problemas relacionados com o fósforo, e referentes à contaminação das águas, se apresentam nas águas superficiais e se devem à erosão do solo que arrasta compostos de fósforo. O movimento destes compostos até as águas subterrâneas é muito restrito, porém pode ocorrer em casos que o solo tenha sido sobrecarregado e sua capacidade de fixação se encontre completamente saturada.

- Potássio

Observações efetuadas por BOYER (1985), concluiram ser o potássio sensível à lixiviação. O solo quando parcial ou totalmente nú torna-se um fator importante, pois a falta de cobertura vegetal favorece a lixiviação. Em solos cultivados com adubação potássica, sob clima bastante úmido, todo o potássio dos adubos não absorvido imediatamente pelas raízes é levado em profundidade pelas águas de drenagem e, conseqüentemente, perdido. As perdas de potássio poderão ser muito elevadas no caso dos aportes pelos adubos serem elevados.

- Nitrogênio

Os nitratos são muito sensíveis à lixiviação, e portanto bastante vulneráveis a perdas, tanto em solos não cultivados, como em solos cultivados. Essas perdas podem se tornar enormes com o uso de fertilizantes nitrogenados, atingindo até três quartos do aporte (BOYER,1985).

A concentração de nitrato na água que percola até o sistema subterrâneo depende da frequência de aplicação, do tipo de fertilizante utilizado, assim como da quantidade de nitrogênio orgânico e inorgânico já existente no solo. Depende da mesma forma, dos fatores físicos, entre os quais se destacam a permeabilidade e a umidade do solo, a quantidade de água aplicada, seja por irrigação ou por causas naturais, e a estratificação do solo.

3.4 DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA

A degradação biológica do solo ocorre quando se dá a perda da matéria orgânica e das propriedades que se derivam da presença desse constituinte, provocando a evolução do solo a unidades menos favoráveis, bem como, causando a perda de sua capacidade produtiva (ALÍAS et al, 1993).

Os resultados imediatos da perda da matéria orgânica são a degradação física, a perda de nutrientes e o aumento do escorrimento superficial e da erosão (PORTA CASANELLAS et al, 1994).

Devido à utilização cada vez mais intensiva que se faz do solo, bem como devido aos tratamentos prejudiciais a que são submetidos com frequência, há uma redução e uma deterioração da vegetação e do teor de matéria orgânica. Este processo é fundamental em regiões áridas e semi-áridas tendo em vista que nelas o potencial de reabilitação é pequeno, deixando o solo sem proteção e exposto a outros processos de degradação. Os resultados imediatos da perda da matéria orgânica são a degradação física, a perda de nutrientes e o aumento do escorrimento superficial e da erosão.

Entre os principais fatores causadores da diminuição do teor de matéria orgânica no solo e conseqüentemente do processo de degradação biológica, estão a derrubada da vegetação natural e o cultivo intensivo do solo com atividades agrícolas. O sistema de cultivo intensivo implica em aceleração da mineralização, de forma que a matéria orgânica preexistente diminui de forma exponencial. Isso afeta negativamente o comportamento do solo em todas aquelas características que dependem da matéria orgânica (RASMUSSEN & COLLINS, 1991, *apud* ORTIZ SILLA s.d.).

Estas práticas conduzem a uma redução muito importante no teor de matéria orgânica do solo, sendo que o húmus experimenta uma mineralização acelerada pela ação do cultivo. O empobrecimento progressivo dos solos em matéria orgânica tem suas consequencias imediatas na degradação da estrutura. Ao diminuir o teor de matéria orgânica, há uma perda dos complexos argilo-húmicos e os horizontes A adquirem, além de uma cor clara, uma estrutura mais degradada que pode chegar a ser até solta, ficando o solo em condições de ser facilmente erosionado pela ação do vento e da água (ORTIZ SILLA s.d.).

A importância da matéria orgânica deriva de sua intervenção em processos imprescindíveis para o comportamento do solo e crescimento das plantas e organismos do solo tais como: formação e estabilização de agregados, adsorção e intercâmbio iônico, fonte de energia e nutrientes, capacidade de retenção de umidade e proteção contra a degradação do solo por erosão. Especificamente com relação à estruturação do solo, a matéria orgânica favorece a formação e estabilização de agregados, a aeração,

aumenta a resistência ao encrostamento, favorece a velocidade de infiltração, e de circulação de água no sistema, a penetração das raízes, aumentando a resistência à erosão (PORTA CASANELLAS *et al.* 1994).

Figura 4 – Solo cultivado intensivamente com redução expressiva no teor de matéria orgânica.

3.5 DEGRADAÇÃO POR EXCESSO DE SAIS

Esta categoria de degradação do solo abrange os processos de degradação do solo por ***salinização*** e ***sodificação***.

De uma forma geral, estes dois processos atuam de forma diferente no solo, sendo que a *salinização*, processo que consiste na acumulação de sais solúveis no solo, pode ser remediada através da lavagem dos sais com águas de boa qualidade, enquanto a *sodificação*, além das características químicas do solo, afeta as propriedades físicas, provocando danos à estrutura do solo,

com efeitos danosos sobre a drenagem natural, aeração e desenvolvimento dos cultivos.

A salinidade do solo é um dos importantes fatores que afetam o rendimento dos cultivos. O processo de salinização depende de vários fatores como: a *qualidade da água utilizada para irrigação*, as *condições de drenagem dos solos*, o *manejo da irrigação*, as *condições climatológicas de região* e as *características físico-químicas do solo*.

Em se tratando de regiões áridas e semi-áridas irrigadas, constitui um sério problema, limitando a produção agrícola e reduzindo a produtividade das culturas a níveis antieconômicos. Nessas regiões, caracterizadas por baixos índices pluviométricos e intensa evapotranspiração, a baixa eficiência da irrigação e a drenagem insuficiente, contribuem para aceleração do processo de salinização (QUEIROZ et al. 1997).

Os solos *salinos* e *sódicos* se desenvolvem em conseqüências no acúmulo de sais e de sódio. Os sais mais comuns são formados dos cátions cálcio, magnésio, e sódio, e dos ânions cloreto e sulfato; também, com menos freqüência, encontram-se outros íons como potássio, carbonatos e bicarbonatos (QUEIROZ et al. 1997).

Segundo CORDEIRO (1988), os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas constituem um dos fatores limitantes da produção agrícola, devido principalmente ao *aumento do potencial osmótico do solo* e *toxidez* resultante da concentração salina e dos íons específicos. Em solos *sódicos*, o efeito é maior sobre as características físicas do solo, devido à dispersão dos colóides, provocando desestruturação do solo, criando problemas de compactação, diminuindo conseqüentemente a aeração e dificultando o movimento da água e desenvolvimento radicular, além do efeito tóxico do sódio.

A salinização do solo é um grave problema que afeta amplas áreas no mundo. Trata-se de um processo de degradação do solo que pode levar inclusive à desertificação, com efeitos dramáticos para os agricultores, tanto do ponto de vista econômico, como social, sendo um dos principais problemas de degradação ambiental que ocorre nas regiões áridas e semi-áridas do planeta.

Figura 5 - Salinização em área irrigada. Solo apresentando horizonte com acúmulo de sais.

Os solos salinos e sódicos estão disseminados e afetam milhões de hectares de terras em todo mundo, sendo que diferentes estimativas demonstram que um percentual significativo desses solos afetados por sais é induzido pela ação humana. Estimativas da FAO informam que, dos 250 milhões de ha irrigados no mundo, aproximadamente 50% já apresentam problemas de salinização e de saturação do solo e que 10 milhões de hectares são abandonados, anualmente, em virtude desses problemas (CODEVASF, 2009).

De acordo com GOES (1978), aproximadamente 25% das áreas irrigadas de vários perímetros irrigados do Nordeste apresentam problemas de salinidade, encontrando-se a maior parte abandonada. DAMASCENO (1978) relata que cerca de 19% da área irrigada nesses perímetros apresenta baixa produtividade devido a problemas associados à salinidade e/ou à fertilidade (GOES; DAMASCENO *apud* GHEYI et al. 1995).

4 . CONCLUSÕES

A degradação do solo é um grave problema que afeta amplas áreas do mundo, cuja principal riqueza tem sido tradicionalmente a agricultura.

A adoção de sistemas intensivos de exploração agrícola tem sido responsável por alterações marcantes nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, diminuindo a sua capacidade produtiva.

Entre as práticas de cultivo inadequadas que levam à degradação dos solos, pode-se destacar: excesso da ação do arado no solo; trabalho do solo praticado a uma profundidade constante; a substituição de adubos orgânicos exclusivamente por adubos sintéticos, a utilização de águas salinas na irrigação de solos de regiões áridas e semi-áridas, e o uso exclusivo de fórmulas fertilizantes, contribuindo para o aumento da salinidade nos solos irrigados e desequilíbrios de fertilidade.

Entre os principais fatores responsáveis pelos processos de degradação do solo encontra-se a ação antrópica. O homem, ao intervir no ambiente, para o estabelecimento de sistemas agrícolas, freqüentemente utiliza de forma inadequada os recursos naturais, causando impactos negativos. Estes impactos podem manifestar-se sobre o solo, sobre os recursos hídricos, comprometendo o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas.

A FAO reconhece seis grupos de degradação dos solos: degradação física; degradação química; degradação biológica; degradação por excesso de sais; erosão hídrica e erosão eólica.

5. REFERÊNCIAS

ALÍAS, L. J. ; MARTÍNEZ, J.; TUDELA, M.L. Aplicación del análisis estadístico al estudio de la degradación de suelos calizos en la región de Murcia.. In : V Reunión Nacional de Geologia Ambiental y Ordenación del Territorio, España, , 1993, p. 469 - 478

BOYER, Jean. Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos. 1ª edição. IGEO/UFBA, 1985.328 p

CODEVASF. Salinização do solo. Disponível em http://www.codevasf.gov.br/programas_ações/irrigacao/impactos-ambientais-1/saliniza... Acesso em : 4/11/2009.

CAMARGO, Otávio Antonio & ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas, Piracicaba, S.P., 1997. 132 p.

CORDEIRO, Gilberto Gomes. Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas : origem, diagnóstico e recuperação. Petrolina - PE, EMBRAPA, CPATSA, 1988.

COSTA O.V.; COSTA, L.M., FONTES, L.E.F.; ARAUJO, Q.R.; KER, J.C.; NACIF, P.G.S. Cobertura do solo e degradação de pastagens em área de domínio de Chernossolos no Sul da Bahia. R.Bras.Ci.Solo, 24 : 843-856, 2000.

COUTINHO, Antonio Mario Reis de Azevedo. Avaliação de impactos da agricultura intensiva irrigada sobre solos da Microrregião de Irecê - Bahia . Salvador, 2000. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) Universidade Federal da Bahia, 2000.

DYONISIO, Hamilton Antonio Ferreira. Erosão hídrica: suscetibilidade do solo. Revista Eletrônica Thesis, São Paulo, ano VII, n.13, p.15-25, 1º semestre, 2010

Estudo dos processos erosivos na Bacia do Rio Grande (BA) como subsídio ao planejamento agroecológico / Adriana Carvalho de Andrade... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2002.

FAGERIA, Nand Kumar. Qualidade do solo e meio ambiente / Nand Kumar Fageria; Luis Fernando Stone – Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 35 p. (Documento / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678– 9644; 197).

FAO. Metodologia provisional para la evaluacion de la degradacion de los suelos. Roma, Italia, 1980.

FAO. Planificación y manejo integrado de cuencas hidrograficas en zonas aridas e semiaridas de America Latina. Santiago, Chile, 1996.

FERREIRA, Paulo Afonso. Aspectos físico-químicos do solo. In: SIMPÓSIO "MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA". Campina Grande: UFPB, 1997.

GHEYI, H.R.; AZEVEDO, N.C. de; BATISTA, M.A.F.; SANTOS, J.G.R. dos. Comparação de métodos na recuperação de solo salino-sódico. R.bras. Ci. Solo, Campinas, 19:173-178, 1995.

HERNANDEZ BASTIDA, J. ; CANO, A Faz. Salinización en suelos de la Cañada de Veas (Murcia). V Reunion Nacional de Geologia Ambiental y Ordenación del Territorio, España, pag 497 - 506, 1993.

LEMOS, Clarice Farian de et al. Avaliação da erosão entre sulcos em solos de diferentes classes de uso na bacia do Rio da Bucha (PR), através do aparelho de Inderbitzen. Revista Eletrônica Geografar, Curitiba, v. 2, n.2, p. 156-171, jul./dez 2007.

MICRORGANISMOS E PROCESSOS BIOLÓGICOS DO SOLO : PERSPECTIVA AMBIENTAL / José Oswaldo Siqueira ... [et al.] ; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994.

MON, Rodolfo e IRURTIA, Carlos Bernardino. Evaluación de processos de degradación de un suelo repre- sentativo del Norte de la Pampa Ondulada. In: XIII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1996, Águas de Lindóia, SP, Brasil, Anais, 1996.

ORTIZ SILLA, R. Mecanismos y processos de degradación del suelo com especial referencia a las condiciones ambientales mediterraneas. Universidad de Murcia. Murcia, España, (s.d.).

PAREIRA, Vicente de Paula. Erosão hídrica e indicadores ambientais. In INDICADORES AMBIENTAIS / [coordenação de] Nilson Borlina Maia, Henry Lesjak. Martos. Sorocaba : s.n., 1997, p. 175-184.

PETROBRÁS. Projeto preservação do solo, 1987.

PORTA CASANELLAS, Jaime ; LÓPEZ-ACEVEDO REGUERÍN, Marta; ROQUERO DE LABURU, Carlos Edafología para la agricultura y el medio ambiente, Madrid, España, Ediciones Mundi -Prensa,1994, 807 p.

QUEIROZ, José Elenildo; GONÇALVES, Antonio Carlos; SOUTO, Jacob Silva et al. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: SINPÓSIO "MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA". Campina Grande: UFPB, 1997.

REZENDE, Joelito de Oliveira. Compactação e adensamento do solo, metodologia para avaliação e práticas agrícolas recomendadas (palestra apresentada no XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Rio de Janeiro, 1997.

SANTOS, Jucimara Rodrigues dos. Efeito de níveis de salinidade no desenvolvimento inicial de porta-enxertos de mangueira (Mangifera indica L.). UFBA, 1996. 67 p. (Tese M.S.)

(*) Antonio Mario Reis de Azevedo Coutinho. Engenheiro Agrônomo - Mestre em Geoquímica e Meio Ambiente (MSc) – Possui especialização em Engenharia de Irrigação (UFBA). Se aposentou como pesquisador da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA - Laboratório de Solos – Ondina. Este artigo foi escrito em Julho de 2012.