



NOTA TÉCNICA

Agentes e Processos de Interferência, Risco, Impacto e Dano Ambiental: Sistemas Terrestres

Histórico do Artigo: O autor detém os direitos autorais deste artigo.

Recebido em: 19 de janeiro de 2023

Aceito em: 06 de fevereiro de 2022

Publicado em: 30 de abril de 2023

Resumo: Os sistemas terrestres vêm sofrendo fortemente com impactos ambientais naturais e antrópicos no curso das civilizações e nesse sentido, compreender os efeitos de diferentes agentes sobre os solos torna-se cada vez mais importante tendo em vista a necessidade de traçar estratégias para a mitigação dos possíveis impactos ambientais apresentados. Dessa forma, o presente estudo realizou uma revisão bibliográfica a respeito dos mais diversos agentes e processos capazes de provocar alterações das características físicas, químicas e microbiológicas do solo, levantando os efeitos de tais agentes sobre diferentes ecossistemas. Sendo assim, por meio do estudo constatou-se que as alterações pluviométricas, químicas, nutricionais e de volume disponível de solo, têm contribuído para o aumento da formação de regiões semiáridas ao redor do planeta.

Palavras-chave: Sistemas Terrestres; Impacto Ambiental; Dano Ambiental; Agentes Interferentes.

Agents and Processes of Interference, Risk, Impact and Environmental Damage: Earth Systems

Abstract: The terrestrial systems have been suffering heavily from natural and anthropic environmental impacts in the course of civilizations and, in this sense, understanding the effects of different agents on the soil becomes increasingly important in view of the need to draw strategies for the mitigation of possible environmental impacts. In this way, the present study carried out a bibliographical review of the most diverse agents and processes capable of causing alterations to the soil's physical, chemical and microbiological characteristics, surveying the effects of such agents on different ecosystems. Thus, through the study it was found that changes in rainfall, chemical, nutritional and soil available volume have contributed to the increased formation of semi-arid regions around the planet.

Keywords: Earth Systems; Environmental Impact; Environmental Damage; Interfering Agents.

Agentes y Procesos de Interferencia, Riesgo, Impacto y Daño Medioambiental: Sistemas Terrestres

Resumen: Los sistemas terrestres han sufrido fuertemente los impactos ambientales naturales y antrópicos en el transcurso de las civilizaciones y, en este sentido, la comprensión de los efectos de los diferentes agentes sobre el suelo se vuelve cada vez más importante ante la necesidad de trazar estrategias para la mitigación de los posibles impactos ambientales presentados. De este modo, el presente estudio realizó una revisión bibliográfica sobre los más diversos agentes y procesos capaces de provocar cambios en las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, estudiando los efectos de dichos agentes en diferentes ecosistemas. Así, a través del estudio se constató que los cambios pluviométricos, químicos, nutricionales y de volumen disponible del suelo, han contribuido al aumento de la formación de regiones semiáridas en todo el planeta.

Palabras clave: Sistemas terrestres; Impacto ambiental; Daño ambiental; Agentes de interferencia.

I. INTRODUÇÃO

Nos movimentos de Massa Taludes formados de solos e outros materiais de regolito (movimento de massa) estão sujeitos a quedas sob a ação da gravidade. Este fenômeno é universal e varia em função da natureza do material, da topografia, do clima e da vegetação. Pode ser tão lento que escapa à visão (*creep* ou reptação), ou brusco, evidenciando-se sob a forma de desabamento ou desmoronamento.

Modificações feitas em encostas, seja por construção ou escavação, drenagem ou agricultura, alteram a natureza do movimento de massa. Isto pode ser facilmente percebido nos deslizamentos dos barrancos, dos cortes para abertura de estradas, comum onde os taludes se tornam mais íngremes pela ação humana.

Na Tectônica – Subsidência da Terra, a prova mais concreta da atividade tectônica artificial é a subsidência da Terra associada à atividade antrópica. A subsidência pode resultar ou da adição de líquidos no solo ou da extração de sólidos do subsolo por mineração. É superficial e bastante comum em solos orgânicos com alto teor de água quando estes são drenados. Os *Fens*, na Inglaterra, os *Everglades*, na Flórida, os *Polders*, na Holanda, são exemplos de grandes áreas que sofreram subsidência do solo após drenagem, podendo ocorrer também quando se irriga determinada região.

Neste caso, diversos sedimentos de baixa densidade não consolidados, tornando-se resistentes ao esforço enquanto secos e quando molhados, durante o processo de irrigação perdem a força intragranular, enfraquecendo-se e ocorrendo uma rápida compactação, e subsequente subsidência.

Na ciclagem de nutrientes minerais, o homem, há séculos, voluntariamente ou em decorrência de suas atividades, vem interferindo nos ciclos de nutrientes minerais, que são, em última análise, a fonte para obtenção de alimentos. O nitrogênio, o fósforo, o cálcio, o potássio e os ciclos hidrológicos, além dos inúmeros micros, elementos químicos, são partes fundamentais para o funcionamento desse sistema.

No funcionamento do ciclo de nutrientes minerais, a ação atmosférica, a precipitação pluvial, o transporte de terra e os fertilizantes artificiais são entradas externas; a lixiviação, a água de escoamento e as colheitas são as saídas do sistema. O potencial de fertilidade do ciclo é determinado, em grande parte, pelos valores absolutos das entradas e saídas, e o seu volume global de nutrientes pode variar de um local para outro.

As variações presentes em ecossistemas naturais tais como, (restolho e armazenagem na biomassa) e entre taxas anuais de transferências dos solos às plantas e das plantas ao restolho, são exemplificadas na (Tabela 1).

Tabela 1: Ciclagem de nutrientes nos sistemas terrestres.

ECOSSISTEMA	ESTOCAGEM (Kg/ha)			TRANSFERÊNCIA (Kg/ha/ano)	
	BIOMASSA	RESTOLHO	TOTAL	SOLO X PLANTA	SOLO X RESTOLHO
TUNDRA	160	280	440	40	38
CARVALHAL	6000	800	6800	380	250
PRADARIA	1200	800	2000	700	700
DESERTO	150	0	150	85	85
FLORESTA TROPICAL ÚMIDA	11000	180	11180	2000	1500

Fonte: Autores (2022).

II. MARCO ATUAL

Existem grandes variações nas quantidades de nutrientes estocados nos diferentes ecossistemas, do mesmo modo como é diferenciada a distribuição de nutrientes entre as armazenagens. As taxas de transferências internas e externas de nutrientes dependem da umidade, temperatura e da quantidade e tipo de organismos presentes.

A atividade dos ciclos minerais torna-se equilibrada quando as condições ambientais são estáveis: entradas e saídas estritamente equiparadas, proporcionam um alto grau de conservação interna, da massa e da energia. O sistema pode desabilitar-se sob qualquer alteração no ambiente. A amplitude desta desestabilização depende do grau de interferência que o meio sofreu e da sensibilidade do sistema em questão.

Removendo-se a cobertura florestal de uma determinada área, reduz-se instantaneamente a transferência de nutrientes minerais do solo para a biomassa, tal como o volume acumulado de biomassa.

A água passa a remover nutrientes do solo por lixiviação e escoamento, enquanto o aporte de águas pluviais sofre um aumento devido à falta de obstáculo que as copas das árvores proporcionam, suavizando seu impacto como o solo. Nos ecossistemas onde os mecanismos de transferências são eficazes e rápidos, a recuperação de uma desestabilização é efetuada com mais facilidade que nos outros.

Contudo, se uma grande quantidade de nutrientes, ao invés de estar no solo, estiver contida em um dos depósitos – na biomassa, por exemplo, como acontece nas florestas úmidas

tropicais, o esforço aplicado a esse depósito causará mais prejuízos ao sistema. Tornando-se assim um ponto de interferência.

Os ecossistemas que possuem armazenagens ou transferências dominantes – o solo nas estepes, a biomassa nas florestas úmidas, a transferência do restolho (folhagem) para o solo no chaparral – podem ser rapidamente modificados pela interferência nesse aspecto particular. Nos ecossistemas onde a distribuição de nutrientes é aproximadamente igual entre os depósitos e com mecanismos de eficiência comparáveis – floresta litorânea, floresta decídua – a resistência ao esforço, seja ele natural ou induzido pelo homem, é mais evidente.

A tundra, a taiga e o deserto são ecossistemas com baixa estocagem absoluta e mecanismos de transferência com capacidade limitada. Neles o homem pode mais facilmente provocar alterações de teor mais permanente.

III. MÉTODO

A metodologia adotada neste estudo, baseou-se na revisão bibliográfica (GIL, 2017), sobre os principais agentes e processos capazes de interferir nas dinâmicas ambientais presentes nos ecossistemas terrestres, analisando os seus efeitos sobre ecossistemas distintos.

IV. DESENVOLVIMENTO

Os métodos usados para submeter à experiência e “melhorar” as operações de um ecossistema visam reforçar o elo mais fraco e variam de um ambiente para outro. Nos desertos, a concentração de nutrientes no solo é elevada, porém as transferências são fracas. Consequentemente, sua reciclagem é inibida pelos outros armazenadores. Deste modo, a água, que pode ser considerada a “válvula de comando”, podendo afetar os índices de transferências, terá que ser mais aberta, através da irrigação.

Na tundra, com a sua cobertura vegetal pobre e solos poucos férteis, encontram-se ecossistemas vulneráveis à degradação ambiental e que dificilmente absorvem melhorias. O volume absoluto de nutrientes neste sistema é pobre, sendo ainda limitada às suas transferências pela falta de energia térmica, característica difícil de ser “melhorada” em grande escala.

Quando tratamos da erosão do solo, o clima, a topografia, os materiais de origem, a biota e o tempo são os fatores que determinam as suas características e interferem no seu equilíbrio dinâmico. Qualquer alteração em uma dessas variáveis certamente irá afetar o solo. As reações

a uma determinada mudança ambiental irão variar de solo para solo, em função da sua sensibilidade a cada tipo de tensão.

Os latossolos tropicais das florestas úmidas sofrem rápidos e degenerativas mudanças em termos de fertilidade se forem desmatados. Nestas condições, cria-se repentinamente, um microfilme, e a sua oxidação e lixiviação provocam o empobrecimento do solo.

Aos fatores que determinam as características do solo deve-se acrescentar a ação antrópica, uma vez que ela, mesmo que a nível local, assume maior poder de interferência que o conjunto dos fatores naturais.

As características dos solos variam muito em vários aspectos. Algumas delas se modificam rapidamente sob qualquer interferência, enquanto outras se mantêm inalteradas, mesmo em condições adversas. A textura de um solo, por exemplo, não sofre alterações, a não ser que se lhe adicione grandes quantidades de areia grossa ou material orgânico fibroso. Entretanto, a sua composição química e biológica varia com uma facilidade muito maior, provocando subsequentes efeitos em sua estrutura e drenagem.

O emprego de fertilizantes artificiais acelera, pela mão do homem, um processo natural – o fornecimento de nutrientes às plantas pela rocha que se decompõe por intemperismo químico. Com a irrigação, o homem provoca um falso efeito climático, daí ocorrendo o intemperismo. A adição de cal aos solos restabelece o carbonato retirado pela lixiviação nas regiões úmidas.

A atividade antrópica modificou os solos de grandes áreas: florestas viraram pastos, no lugar onde crescia vegetação de restinga agora crescem arranha-céus. Contudo, sua principal interferência se deu na criação de solos intrazonais – solos locais constituem variações em maior ou menor escala do solo *zonal*, climaticamente determinado. Como um dos mais negativos efeitos antrópicos sobre o solo, destaca-se ainda o fato de o homem propiciar condições para que ocorra a erosão total ou parcial. A erosão, aqui considerada em sentido estrito, não é uma alteração de caráter do solo, mas um fato geomórfico.

A erosão catastrófica do solo é mais comum em ambientes de equilíbrio delicado, como os semiáridos ou os montanhosos. Nestes ambientes, a degradação física e química do solo está muito mais generalizada, e mesmo a agricultura mais cuidadosamente empreendida fará aumentar as perdas entre 5 e 50 vezes em relação às terras que ainda dispõem de uma cobertura vegetal natural.

O ser humano, ao provocar a erosão, interfere na duração geomorfológica, encurtando-a e acelerando em muito um processo natural. A adição de fertilizantes aos solos durante longos períodos, por outro lado, torna a sua estrutura química bastante simplificada: o estoque de

nutrientes concentra-se maciçamente em cálcio, fósforo e potássio, enquanto os demais elementos catiônicos são deslocados do estoque e lixiviados pelas águas pluviais.

Os solos ricos em potássio podem desenvolver uma estrutura prismática ou colunar, que lhes confere conformação dura e refratária, quando secos, e lodosa, quando molhados. Com o uso contínuo de fertilizantes à base de sulfato de amônio, o solo torna-se ácido, podendo assim fixar outros nutrientes – como o zinco, aos quais as plantas passam a não ter acesso.

Na Salinização e Dessalinização, os solos *intrazonais*, com altos teores de sais de potássio, magnésio e cálcio são altamente alcalinos, foram desenvolvidos pelo homem, em pontos baixos de algumas regiões áridas e semiáridas, tendo como objetivo o aproveitamento de água que ali se concentrava e a sua posterior evaporação. Outra razão para o seu aproveitamento é a existência de um nível hidrostático suficientemente próximo à superfície, de modo a permitir um movimento capilar ascendente da água que se evapora depositando os sais dissolvidos.

Estes solos podem ser potencialmente férteis, requerendo para isso que sejam irrigados. Entretanto, se a irrigação for usada de maneira errada, pode, por um lado, causar uma dessalinização no ambiente e, por outro salinizar solos até então férteis.

Para que se faça a recuperação de solos salinos utiliza-se a lavagem prolongada, através da pulverização de água de boa qualidade. Na retirada da água salina do solo lavado, utiliza-se um sistema de valas de drenagem por profundidade adequada. Uma vez completado este processo, com a retirada de sais nocivos – o sódio, principalmente – pode ser necessária a adição de cálcio para restaurar a estrutura e o equilíbrio químico, empregando os processos de troca iônica.

Terras de agricultura irrigadas por períodos prolongados, quando vistas do alto, apresentam, entre o verde, manchas de cor acinzentadas em virtude da salinização e o desenvolvimento raquítico de algumas plantas que dela decorre, o que representa o início de um processo de desertificação, onde sobrevivem somente as plantas que apresentarem maior tolerância ao sal.

As águas das regiões áridas, tanto a subterrânea como a superficial, apresentam teores de salinidades mais elevadas do que as de regiões úmidas. Nas irrigações, faz-se uso da água de escoamento, que tem origem em áreas muito mais extensas.

V. CONCLUSÃO

Como a irrigação prolongada eleva o nível hidrostático, quando este chega a 1m ou 1,5m abaixo da superfície, o movimento capilar permite que o sal se deposite no solo mais próximo à superfície durante a estação seca. A menos que a pluviosidade e a irrigação sejam suficientes para fazer infiltrar o sal novamente no perfil do solo, ele irá se acumular gradualmente e tornará o solo improdutivo.

As consequências de todo este processo, na verdade, dependem dos sais predominantes. Caso a água contenha cálcio em abundância, a drenagem natural devolverá ao solo o seu estado original, mas se a sua composição salina global tiver mais de 12% de sais de sódio, as partículas do solo do tamanho de argila se dispersam e a estrutura é alterada, transformando-se em solo salino.

Existem exemplos de irrigações com técnicas aprimoradas e cuidadosas que perduram por séculos. No entanto, a salinização tem sido, via de regra, uma consequência inevitável em longo prazo. A perda de terras de agricultura por salinização é bastante considerável, calculando-se que de 20 a 40% das terras irrigadas sejam afetadas por este processo. A destruição de terras agrícolas pela salinização está, possivelmente, na origem do colapso de várias civilizações das regiões semiáridas.

Assinam esta Nota Técnica:

Carolina Dias Lelacher <i>Dasi Consultoria e Engenharia</i>	lelacher@hotmail.com
Josimar Ribeiro de Almeida <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ</i>	almeida@poli.uerj.br
Oscar Rocha Barbosa <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro– UERJ</i>	or-barbosa@hotmail.com
Patrícia dos Santos Matta <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro –ZO</i>	patricia.matta@uerj.br
Raphael do Couto Pereira <i>Troy University (Alabama – EUA)</i>	rcoutopereiral@gmail.com
Tatiana Santos da Cunha <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ-ZO</i>	tatiana.cunha@uerj.br
Tetyana Gurova <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ-ZO</i>	gurova@lts.coppe.uerj.br

REFERENCIAS

ALMEIDA, J.R. **Análisis y evaluaciones de impactos ambientales**. Rio de Janeiro: CETEM / MCT, 2007.

ALMEIDA, J.R.; SILVA, C. E.; SILVA, C. V. V.; AGUIAR, L. A.; GARCIA, V. S. ; SOUZA, C. P.; LENZ, E. R. S.; LINS, G. A.; ALMEIDA, S. M. Multifatorialidade em saúde ambiental. **Environmental Scientiae**, v. 1, p. 26-47, 2019.DOI: <https://doi.org/10.6008/cbpc2674-6492.2019.002.0002>

AQUINO, A. R.; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R. **Vulnerabilidade ambiental**. São Paulo: Edgard Blucher, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5151/9788580392425>

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOLAFSHANI, N. Understanding reliability and validity in qualitative research. **The Qualitative Report**, v. 8, n. 4, p. 597-607, 2003. DOI: <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2003.1870>

KORO-LJUNGBERG, M. Validity, responsibility, and aporia. **Qualitative Inquiry**, v. 16, n. 8, p. 603-610, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F1077800410374034>

LEE, N.; LINGS, I. **Doing business research: a guide to theory and practice**. Londres: Sage Publications Ltd., 2008.

MORSE, J. M.; MICHAEL, B.; MARIA, M. Verification strategies for establishing reliability and validity in qualitative research. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 1, n. 2, p. 13-22, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F160940690200100202>

ONWUEGBUZIE, A. J.; LEECH, N. L. Validity, and qualitative research: an oxymoron? **Quality & Quantity: International Journal of Methodology**, v. 41, n. 2, p. 233-249, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11335-006-9000-3>