

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E ÁREAS FRÁGEIS NO BRASIL

Geoenvironmental aspects and fragile areas in Brazil

GOMES, Marco Antonio Ferreira

Professor Faculdade de Jaguariúna

Pesquisador Embrapa Meio Ambiente – Jaguariúna/SP

PEREIRA, Lauro Charlet

Pesquisador Embrapa Meio Ambiente – Jaguariúna/SP

RESUMO. Este trabalho faz uma análise dos aspectos geoambientais (rocha, solo, água, vegetação, relevo, clima e uso e ocupação da terra), tendo por base informações obtidas da literatura, com ênfase sobre sua importância de forma integrada e harmônica no ambiente. Tais aspectos atuam como suporte indispensável aos estudos de sustentabilidade, destacando as áreas frágeis brasileiras. Essas áreas, naturalmente sensíveis, são também denominadas de *alta vulnerabilidade natural*, onde as ações antrópicas quase sempre são catastróficas, motivo pelo qual existe a necessidade de um embasamento técnico-científico no sentido de orientar a restrição de uso e ocupação das mesmas. Esta abordagem, de caráter reflexivo com fundamentação técnica, se justifica no sentido de contribuir para o melhor entendimento do comportamento, como também para proteção, das áreas frágeis contidas no Código Florestal Brasileiro - Lei Federal 12727/2012 (BRASIL, 2012).

Palavras-chave: aspectos geoambientais, áreas frágeis, solo, vegetação, água, sustentabilidade, vulnerabilidade natural

ABSTRACT. This paper analyzes the geo-environmental aspects (rock, soil, water, vegetation, topography, climate and land use and occupation), according literature information, especially in its importance of nature integrated and in environmental equilibrium. These aspects act as essential support sustainability studies, emphasizing the Brazilian fragile areas. These areas are also named high natural vulnerability, where human actions are almost always catastrophics, reason it is necessary a technical and scientific support in advising it's restrict use and occupancy. This study, of reflective nature with technical considerations, is justified in order to contribute to a better understanding of the behavior and protection of fragile areas presents in the Brazilian Forest Code (Federal Law 12727/2012).

Keywords: geoenvironmental aspects, fragile areas, soil, vegetation, water, sustainability, natural vulnerability

INTRODUÇÃO

Diversos ambientes existentes no Planeta não apresentam condição ou suporte para uso e ocupação pelo homem; também conhecidas áreas frágeis,

de acordo com Gomes e Pereira (2011) ou de alta vulnerabilidade natural (FOSTER, 1993; GOMES *et al*, 2002). São áreas que, sob a menor ação do homem, apresentam desequilíbrios cujos reflexos aparecem nos compartimentos ambientais, tais como água, solo, plantas e demais organismos que integram os ecossistemas, como também os geoambientes, estes considerados dentro de um conceito de uso e ocupação dessas áreas (SILVA *et al*, 2012). As principais evidências de vulnerabilidade das áreas frágeis estão associadas, principalmente, a aspectos físicos, químicos e biológicos do solo; estes ao sofrerem qualquer tipo de alteração ou mudança de padrão, contribuem para o desequilíbrio do ambiente de uma forma sistemática, refletindo diretamente na vegetação e nos corpos d'água (SÃO PAULO, 1997; GOMES *et al*, 2002; SANTOS, 2012).

No Brasil, as áreas frágeis ocupam milhares de hectares e são representadas principalmente por topos de morros, encostas e escarpas de serras (bordas de depressões); nascentes de cursos d'água; margens de cursos d'água, várzeas e leitos inundáveis; lagos, lagoas e lagunas; áreas de recarga de aquíferos; áreas de ação eólica intensa, arenização e desertificação; mangues e restingas (GOMES & PEREIRA, 2011). Contudo, existe ainda a necessidade de uma avaliação mais detalhada localmente (escala de detalhe – 1:5.000 a 1:25.000) não só da caracterização, mas também do comportamento dessas áreas frente a uma possível ação antrópica; com essas intervenções, tem-se o propósito de estabelecer limites que evitem o desequilíbrio com a consequente geração de passivos ambientais, muitas vezes irreversíveis (SANTOS, 2012). Assim, os aspectos geoambientais são de grande relevância, embora muitos trabalhos técnicos científicos já enfatizam isso, pois representam os compartimentos ambientais, cujos estádios de equilíbrio/desequilíbrio são determinantes para a sustentabilidade das áreas frágeis.

Diante do exposto, o presente trabalho, desenvolvido a partir de uma análise da literatura disponível sobre o tema – *aspectos geoambientais e áreas frágeis no Brasil*, visa, fundamentalmente, ressaltar a importância de tais aspectos nos estudos ambientais, caracterizar as áreas frágeis, bem como

propor uma reflexão sobre as faixas de Áreas de Proteção Permanente - (APPs), preconizadas no Código Florestal Brasileiro.

CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Considerando as observações sobre as características e complexidades que envolvem os aspectos geoambientais e as particularidades inerentes às áreas frágeis, fica evidente a necessidade de estudos mais detalhados para que, de fato, essas áreas sejam protegidas. A existência de diversas variáveis que envolvem tanto os aspectos geoambientais quanto as áreas frágeis, permite o estabelecimento de um conjunto de cenários que pode preencher a lacuna de conhecimento hoje existente no país sobre o tema, não só em relação às áreas frágeis mas também em relação aos diversos ambientes e as coberturas vegetais adequadas para cada um deles. A carência de pesquisa mais detalhada, aliada a uma abordagem generalizada do Código Florestal Brasileiro para o todo o território nacional, remete à necessidade de cuidados específicos no tratamento das áreas frágeis que, muitas vezes, correspondem às APPs propriamente ditas.

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

A abordagem ambiental leva em consideração os seguintes aspectos ou condicionantes geoambientais: geologia, relevo, pedologia (solos), vegetação, clima e uso das terras (GORAYEB *et al*, 2005). Como tais condicionantes são muito diversificadas no Brasil, dada as suas dimensões continentais, isso reflete nas particularidades de cada local ou região, evidenciando situações específicas de equilíbrio nos diversos ecossistemas.

Por exemplo, de acordo como Sistema Brasileiro de Classificação de Solos proposto pela Embrapa (2006), existem no país 14 classes de solos (Alissolo, Argissolo, Cambissolo, Chernossolo, Espodossolo, Gleissolo, Latossolo, Luvisolo, Organossolo, Neossolo, Nitossolo, Planossolo, Pintossolo e Vertissolo); 6 classes de declividade ou relevo, classificados em plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado, de acordo com

Lemos e Santos (1982) e, ainda, cerca de 4 índices pluviométricos básicos distintos, classificados como equatorial – muito alto; tropical – alto; subtropical – médio e semiárido – baixo, de acordo com a CPRM (2006). Com este conjunto tem-se uma combinação fatorial de: $14 \times 6 \times 4 = 336$. Isto se traduz em 336 combinações teóricas, em território brasileiro, envolvendo *solo*, *declividade do terreno* e *clima*. Acrescente-se às combinações citadas a abordagem de manejo das terras que deve seguir as orientações de aptidão agrícola e capacidade de uso do solo (PEREIRA, 2002). Isso implica no aumento da complexidade que envolve os aspectos geoambientais, exigindo maior cuidado na utilização dos agroecossistemas, cujo enfoque remete à necessidade de um conhecimento de caráter *pedomorfoagroclimático* para o meio rural, em escala de maior detalhe ou de microbacia (1:10.000 a 1:100.000), de acordo com a proposição de Gomes et al (2008). Para escalas menores ou meso/macrobacias (1:250.000 a 1:1.000.000) existe as proposições contidas no escopo do ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico (MMA, 2014) que podem ser ajustadas aos Planos Diretores Municipais, obedecendo às escalas de trabalho compatíveis no âmbito do município.

ÁREAS FRÁGEIS

A definição de áreas frágeis ou ecossistemas frágeis contempla aqueles locais que, por suas características, são particularmente sensíveis aos impactos ambientais adversos, de baixa resiliência ou de pouca capacidade de recuperação. Por exemplo, são ambientalmente frágeis os lagos e lagoas, as lagunas, as várzeas, as encostas de declividade acentuada, as áreas de recarga de aquíferos (GOMES *et al*, 2000; GOMES *et al*, 2002; GOMES *et al*, 2008) as restingas e os manguezais. Por fragilidade ou vulnerabilidade do meio ambiente se entende o grau de suscetibilidade ao dano, ante a incidência de determinadas ações de caráter antrópico ou natural (DICCIONARIO DE LA NATURALEZA, 1987). Também pode se compreender áreas frágeis considerando a qualidade de uma área definida, a partir de opção política de uso, em função da maior ou menor capacidade de manter e recuperar a condição de equilíbrio do ecossistema, alterada a partir de uma ação

inadequada do homem. Nesse contexto, pode se compreender que os ecossistemas serão tão mais frágeis quanto menor a capacidade de manter ou recuperar a situação de equilíbrio (estabilidade), seja no espaço, seja no tempo, como também serão tão mais “estáveis” quanto mais rapidamente e com menor flutuação ele retorna ao seu estado de equilíbrio (FEEMA, 1985; ART, 2001; PEREIRA, 2002).

Para Foster (1993) o conceito de vulnerabilidade aplicado a aquíferos, particularmente para suas áreas de recarga direta e, naturalmente de alta fragilidade, por exemplo, fundamenta-se em dois aspectos básicos: a) inacessibilidade hidráulica da penetração de contaminantes e b) capacidade de atenuação dos estratos ou pacote de rochas acima da zona saturada. Uma vez que tais condições tornam-se favoráveis à movimentação do produto contaminante ou poluidor até o aquífero, diz-se que o ambiente é de alta vulnerabilidade natural, o que, em outras palavras, pode ser entendido como uma área de alta fragilidade natural. Exemplos dessas áreas são as porções de recarga direta ou de afloramento do Aquífero Guarani, classificadas em vários níveis de vulnerabilidade no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1997). Na presente abordagem, as *áreas críticas* conceituadas por Foster (1993) são resultantes da interação entre uma carga potencialmente poluidora e a vulnerabilidade natural. Nessa linha de enfoque, Gomes *et al* (2000) caracterizou algumas porções das áreas de recarga direta do Aquífero Guarani na região das nascentes do rio Araguaia-GO/MT, em função de agrotóxicos aplicados na cultura de soja e de milho, como representantes da carga potencialmente poluidora.

No escopo do presente trabalho, foram consideradas oito principais categorias de áreas frágeis no Brasil, incluindo as já reconhecidas na legislação em vigor, além de outras, como as áreas e recarga de aquíferos, considerando limitações de caráter físico-ambiental, sem levar em consideração o aspecto de localização das mesmas dentro dos biomas brasileiros, conforme descrição a seguir (BRASIL, 2012; GOMES & PEREIRA, 2011):

Topos de morros, encostas e escarpas de serras (bordas de depressões)

Esses ambientes são representados por vários acidentes de relevo, sempre associados a grandes estruturas geológicas originadas por falhamentos (processos epirogenéticos) ou por dobramentos (processos orogenéticos). Constituem bons exemplos, a Encosta da Serra do Mar (RJ, SP, PR, SC), a Depressão (por falha) das Cataratas do Rio Iguaçu (PR) e as Bordas das Chapadas, a exemplo das Chapadas Diamantina (BA), Veadeiros (GO), Guimarães (MT), Araripe (PE), Apodi (CE) entre outras.

Os topos de morros e serras podem ser inseridos nesse conjunto de áreas frágeis, uma vez que não se concebe considerar somente a escarpa ou porção de declividade mais acentuada, excluindo a porção mais alta ou mais plana ou a faixa de bordadura dessa escarpa.

Nascentes de cursos d'água

As nascentes dos cursos d'água caracterizam-se por serem porções de área com alta vulnerabilidade natural, principalmente porque, quase sempre, estão associadas a relevo acidentado e/ou presença de solos rasos. Tais características expõem as nascentes a uma condição de fragilidade frente a fenômenos naturais (climático ou edafoclimático, pedológico e geológico) ou a ações antrópicas.

Em muitos casos, essas áreas exibem uma vegetação exuberante, porém, em outras situações o que se vê são nascentes expostas a processos erosivos intensos, com consequências danosas aos cursos d'água. Assim, tais áreas merecem atenção especial quanto à preservação, de forma a evitar a geração de passivos ambientais de grande magnitude e de influência regional, conforme se observa junto às nascentes de muitos cursos d'água em diversos estados brasileiros.

Margens de cursos d'água, várzeas e leitos inundáveis

Os ambientes de água doce são divididos em dois grupos principais: águas correntes (ambientes lóticos), tais como riachos e rios, e águas paradas (ambientes lênticos ou leníticos) como lagos, lagoas e pântanos (LOWE-

MCCONELL, 1975). Várzeas são áreas de baixada, que se estendem dentro de bacias hidrográficas e representam um dos mais importantes ecótonos associados aos ecossistemas aquáticos de água doce. Apresentam grande diversidade de espécies e são resultados de um fenômeno natural que envolve dois períodos distintos: cheia e vazante (AGOSTINHO *et al*, 1997).

As comunidades de organismos existentes nesse ambiente submetido a cheias e vazantes periódicas são muito específicas e adaptadas do ponto de vista morfológico e fisiológico.

Os ciclos de vida e a produtividade dos organismos que vivem em planícies inundáveis, estão relacionados ao pulso de inundação. É natural que ocorra mudanças drásticas entre as fases de cheia e vazante, resultando em grandes perdas sazonais para muitos organismos. Essas perdas, no entanto, tendem a ser recuperadas, ainda que parcial e progressivamente, através de estratégias adaptativas, com um crescimento rápido, maturidade precoce e altas taxas reprodutivas. Nesses ambientes, a diversidade tende a aumentar conforme a habilidade dos organismos em superar os problemas de estresse fisiológico (INPA, 2011).

As margens dos cursos d'água normalmente são cobertas por matas ciliares, quando se encontram preservadas; exceção refere-se às várzeas que, naturalmente, exibem uma vegetação rasteira tipo gramínea; porém em áreas com intensa atividade agrícola, a vegetação, mesmo aquela destinada à cobertura ciliar, é degradada, apresentando uma cobertura vegetal reduzida e fragmentada, levando à extinção de muitos animais e desequilíbrio nas populações (AGOSTINHO *et al*, 1997).

Lagos, lagoas e lagoas

Lagos, lagoas e lagoas são corpos d'água de diversos tamanhos. Enquanto os dois primeiros são tipicamente continentais, cujas águas são doces, sendo o lago maior do que a lagoa. O terceiro tipo, representado pelas lagoas, corresponde à depressão formada por água salobra ou salgada que se localiza em bordas litorâneas e se comunicam com o mar através de um canal. As lagoas, que possuem tamanhos variados, quase não são citadas hoje em dia, sendo erroneamente denominadas de "lagoas". O Lago tem a

estrutura de uma lagoa, porém, conceitualmente, apresenta tamanho maior. Além disso, o lago é uma depressão natural e sua água pode ser proveniente de chuva, de uma nascente local, ou de um curso de água.

No entanto, os três tipos são extremamente frágeis, tanto do ponto de vista da contaminação quanto de comprometimento do volume de seus corpos d'água, podendo inclusive desaparecer em função das particularidades climáticas locais, como também das mudanças de marés no caso da laguna.

Áreas de recarga de aquíferos

Nos aquíferos sedimentares, tendo como exemplo brasileiro o aquífero Guarani, sua alimentação ou recarregamento se dá por dois mecanismos: a) infiltração direta das águas de chuva nas áreas de recarga; e b) infiltração vertical ao longo de discontinuidades nas áreas de confinamento, num processo mais lento (ROCHA, 1997; GOMES, 2008; GOMES *et al*, 2011).

No Brasil, destacam-se outros aquíferos sedimentares, cujas áreas de recarga são expressivas, tais como: a) aquífero Bauru (SP, GO, MS e MG); b) aquífero Urucuia (MG e BA); c) aquífero Serra Grande (PI); d) aquífero Itapecuru (PA).

As áreas de recarga direta representam regiões onde o aquífero se encontra mais vulnerável. Dessa forma, o mau uso dos solos dessas áreas pode comprometer, a médio e longo prazos, a qualidade da água subterrânea. Diante desse cenário, fica evidente a necessidade de um manejo especial para essas áreas, a fim de que todo o sistema, o qual inclui as áreas de recarga e o aquífero propriamente dito (parte confinada), possa ser gerido de forma sustentável. Essa gestão sustentável depende, pois, da identificação e controle das fontes de poluição nas áreas de recarga (ROCHA, 1997).

Existem também os aquíferos fraturados representados, principalmente, por rochas mais antigas, ou seja, mica-xistos, filitos, granito e gnaisses do Pré-Cambriano (> 650 milhões de anos). Em menor proporção, principalmente no Brasil, existem também rochas mais jovens como é o caso dos basaltos da Formação Serra Geral, os quais abrangem extensas áreas na região centro-sul do país.

Áreas de ação eólica intensa, arenização e desertificação

As áreas de ação eólica intensa compreendem aqui as faixas litorâneas com expansão de dunas, as áreas de arenização e as áreas de desertificação, estas duas típicas de ambientes interiores.

O processo de formação de dunas é decorrente do tipo de sedimento, da natureza do fornecimento do material sedimentar, da presença de ventos acima da velocidade crítica de movimentação da areia (preferencialmente com uma resultante em direção à praia) e da eficiência da cobertura vegetal no bloqueio do movimento dos grãos de areia. O Caso de Mangue Seco-BA é um exemplo típico de formação de dunas, como também outras regiões do nordeste, como no Ceará, Rio Grande do Norte e Maranhão (Lençóis maranhenses).

No caso do processo de arenização, o mesmo é decorrente de uma dinâmica hídrica e eólica sobre um substrato arenoso, acelerada em função de mudanças nos sistemas de produção ou de cobertura vegetal, ao longo do tempo. Um exemplo característico de arenização no Brasil ocorre em alguns municípios da Região Sudoeste do Rio Grande do Sul. Isto tem acentuado a diferença entre os produtores rurais, o que permite reconhecer que a realidade da agricultura e das unidades de produção é complexa e heterogênea. Visando compreender esta realidade, partiu-se do seguinte questionamento: Como estão ocorrendo as transformações na agricultura nas “áreas frágeis” de São Francisco de Assis, diante das mudanças nos sistemas de produção decorrentes da aceleração do processo de arenização neste município. Este estudo pretendeu avaliar a influência do fenômeno da arenização sobre as transformações nos sistemas de produção de São Francisco de Assis/RS (MOSENA, 2008).

Já o conceito de *desertificação* supõe processo e, portanto, dinamismo, estando, frequentemente, associado a períodos secos bastante longos, da ordem de décadas. O termo foi utilizado pioneiramente em 1949 pelo engenheiro francês A. Aubreville para designar áreas em vias de degradação na África tropical em virtude do mau uso dos recursos. Portanto, o termo vem associado há décadas à idéia de ação antrópica (AUBREVILLE, 1949). Em seu trabalho, Aubreville assinala dois efeitos principais da desertificação: a) a

erosão dos solos, seja pelo processo laminar, seja pelo ravinamento, processos que se instalariam como consequências de desmatamento e b) agravamento do *déficit* hídrico dos solos, também em virtude da maior exposição dos mesmos à radiação solar e à ação dos ventos secos.

Especificamente no caso brasileiro, a desertificação tem sido marcante na região do Polígono das secas (divisas dos estados do Piauí, Pernambuco e Ceará), com evoluções para o interior da Bahia até alguns limites com o estado de Minas Gerais, principalmente na porção central.

Mangues

O Mangue, ou Manguezal é um ecossistema típico de áreas costeiras alagadas em regiões de clima tropical ou subtropical. Mesmo com uma variedade pequena de espécies lenhosas, o mangue ainda é considerado um dos ambientes naturais mais produtivos do Brasil, em função das grandes populações de crustáceos, peixes e moluscos que abriga.

Os manguezais são verdadeiros berçários, local de proteção, alimentação e reprodução, contribuindo para a sobrevivência de espécies de aves e mamíferos. Dois terços das espécies de peixes, economicamente explorados, dependem desse ecossistema que é responsável pelo equilíbrio da cadeia trófica e manutenção de recursos naturais de zonas costeiras (PRATES *et al*, 2012).

O mangue é composto por apenas três espécies de árvores (*Rhizophora mangle* – mangue-bravo ou vermelho, *Avicena schaueriana* – mangue-seriba ou seriúba – e *Laguncularia racemosa* – mangue-branco) que podem chegar até a 20 metros de altura. Esse tipo de ecossistema se desenvolve onde há água salobra e em locais semi abrigados da ação das marés, mas com “canais” chamados gamboas que permitem a troca entre água doce e salgada. Seu solo é bastante rico em nutrientes e matéria orgânica, com características lodosas, e acha-se composto por raízes e material vegetal parcialmente decomposto (turfa).

O Brasil possui a maior faixa de mangue do planeta com cerca de 20 mil km² , que se estende desde o nordeste (Cabo Orange – Amapá) até o sul do país (Laguna – Santa Catarina).

Restingas

Refere-se a um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais florística e fisionomicamente distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origens marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinações destas, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos (CONAMA, Resolução n.º 261/1999) . Estas comunidades vegetais formam um complexo edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, além de planícies e terraços.

O termo restinga, entretanto, possui mais de um significado. Do ponto de vista geomorfológico, a palavra é empregada para designar os depósitos arenosos alongados, dispostos de maneira paralela à costa, comumente referidos como faixas ou línguas de areia produzidas pela ação destrutiva e construtiva das águas oceânicas (GUERRA & GUERRA, 1997). Quanto ao aspecto fitogeográfico, a restinga pode referir-se a todas as formações vegetais que cobrem as areias holocênicas (período atual) desde a praia, ou apenas à vegetação lenhosa, arbustiva ou arbórea, presentes nas porções mais internas e planas do litoral (RIZZINI, 1979; WAECHTER, 1985). Como exemplo bem representativo, tem-se a vegetação de restinga da Ilha do Cardoso, litoral sul do Estado de São Paulo.

O solo onde ocorre a vegetação de restinga é arenoso, sendo por isso geralmente profundo e móvel, o que dificulta o desenvolvimento das plantas. Além disso, é pobre em nutrientes e em matéria orgânica. Em certas áreas de ocorrência da vegetação de restinga, particularmente naquelas mais próximas ao mar, o solo apresenta ainda elevada salinidade, aspecto que, ao ser combinado à sua alta permeabilidade, torna a água menos disponível para as plantas nas porções mais superficiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise da bibliografia consultada, verificou-se extrema variação nos aspectos geoambientais por bioma, tais como alta variabilidade

de solos, relevo, geologia, cobertura vegetal e uso da terra. Estes fatores tem influência direta na caracterização de áreas frágeis, assim como na definição das faixas de APP (Áreas de Proteção Permanente) e de Reserva Legal.

Portanto, as áreas frágeis são muito diversificadas, complexas e amplamente distribuídas pelos diferentes biomas do país, o que exige estudos/avaliações mais específicos quanto ao enquadramento ou classificação das mesmas para efeito de áreas protegidas, conforme preconiza o Código Florestal - Lei Federal 12727/2012 .

Assim sendo, acredita-se que o presente trabalho pode servir de importante subsídio para uma futura revisão e atualização do Código Florestal Brasileiro, principalmente no que se refere às alterações de cálculo de APP de topo de morro, cálculo da largura de cobertura vegetal para proteção de cursos d'água, bem como para a inserção de áreas frágeis que não foram contempladas na lei atual, tais como *Áreas de recarga de aquíferos e Áreas de ação eólica intensa, arenização e desertificação*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. ; GOMES, L.C ; BINI, L.M . Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A.E.A.; AGOSTINHO, A.A, HAHN, N.S. A planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1997. p. 229-248.

ART, H. W. (Ed.) **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. 2ed. São Paulo: UNESP, 2001. 583p.

AUBREVILLE, A. **Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale**. Paris: Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales, 1949.

BRASIL. Lei Nº 12727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília, 17 de Outubro de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em: 20 junho. 2014.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Atlas pluviométrico do Brasil. www.cprm.gov.br/publique/media/Isoieta_Totais_Anuais_1997_2006. Consulta realizada em 20 de junho de 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n.º 261, de 30 de junho de 1999. Define os parâmetros básicos para análise dos

estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. **Lex:** Coletânea da Legislação Ambiental Aplicável ao Estado de Santa Catarina. Florianópolis: FATMA, 2002. p. 438-442.

DICCIONARIO DE LA NATURALEZA, HOMBRE, ECOLOGIA, PAISAJE. Madrid, Espasa-Calpe S.A., 1987. 1016 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 309 p.

FEEMA. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. Extração de areia em faixas litorâneas, por Elmo da Silva Amador. Rio de Janeiro, 1985. 1 v.il.

FOSTER, S. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. Trad. Ricardo Hirata, Sueli Yoshinaga, Seiju Hassuda e Mara Iritani. São Paulo: Instituto Geológico, 1993. 92p. (Boletim, 10).

GOMES, M.A.F.; PEREIRA, L.C. Áreas frágeis no Brasil: subsídios à legislação ambiental. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2011. 30 p. — (Documentos / Embrapa Meio Ambiente; 87).

GOMES, M. A. F. O Aquífero Guarani. In: GOMES, M. A. F. **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil:** implicações para a água subterrânea e proposta de gestão com enfoque agroambiental. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 35 -44.

GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C.A.; PESSOA, M.C.P.Y. Avaliação da vulnerabilidade natural do solo em áreas agrícolas: subsídio à avaliação do risco de contaminação do lençol freático por agroquímicos. *Pesticidas: R. Ecotoxicol. E Meio Ambiente*, v. 12, p. 169-179. 2002.

GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F.; DE PAULA, M.M.; DIOGO, A.; CERDEIRA, A.L. Áreas críticas nas porções de recarga do Aquífero Guarani localizadas nas nascentes do rio Araguaia, 2000. 16p. Embrapa Meio_Ambiente: Jaguariúna./SP. (Documentos 18).

GORAYEB, A.; Souza, M.J.N.; ARAÚJO, L.F.P.; ROSA, M.F.; SILVA, E.V. Aspectos geoambientais, condições de uso e ocupação do solo e níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do rio Curu, Ceará - Brasil. *GEOGRAFIA* – v. 14, n. 2, jul./dez. 2005 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico – geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 652 p.

INPA. Influência do pulso das cheias e vazantes na dinâmica ecológica de áreas inundáveis. Disponível em:

<<http://www.mct.gov.br/prog/ppg7/projetos/.pdf>>. 2011. Acesso em: 04 nov. 2013.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R. D. Manual de descrição e coleta de solos no campo. Campinas: SBCS/SNLCS, 1982. 2ª edição. 46p.

LOWE, McCONNEL, R.H. Fish communities in tropical freshwaters. Longman, London. 1975. pp. 337.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Histórico do ZEE.
<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/8186-historico-do-zee>. Consulta realizada em 20 de junho de 2014.

MOSENA, M. Agricultura em áreas frágeis: as transformações decorrentes do processo de arenização em São Francisco de Assis/RS. Porto Alegre, 2008. 170 f.: il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PEREIRA, L.C. Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: proposta metodológica. 135 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

PRATES, A. P.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. Panorama da Conservação dos ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil. 2 ed. rev. ampliada - *Ministério do Meio Ambiente. Brasília, MMA. 2012.*

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil:** aspectos sociológicos e florísticos. São Paulo: EDUSP, HUCITEC, 1979. v. 2. 374 p.

ROCHA, G.A. O grande manancial do Cone Sul. Estudos Avançados, São Paulo, v. 11, n. 30, p. 191-212,1997.

SANTOS, A.R. dos. Enchentes e deslizamentos: causas e soluções. São Paulo: Editora PINI, 2012. 136p.

SÃO PAULO. Instituto Geológico. Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo. Instituto Geológico, CETESB, DAEE, Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo: Instituto Geológico: CETESB, 1997. 2v. (Série Documentos). V.1. 144p. V.2 mapas.

SILVA, D.A.; PAVÃO, M.; KANASHIRO, M.M. Uso e ocupação da terra e legislação incidente no entorno da Fazenda Serra D'água, Campinas, SP, Brasil – subsídio à criação de Unidade de Conservação Ambiental. Revista Geonorte, Edição Especial, V. 3, N. 4, p. 1332-1344, 2012.

WAECHTER, J.L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga do Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS**, Série Botânica, Porto Alegre, n. 33, p. 49-68, 1985.

Sobre os autores

Marco Antonio Ferreira Gomes

Geólogo; Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Docente da Faculdade de Jaguariúna (FAJ), Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente.

E-mail: marco.gomes@embrapa.br

Lauro Charlet Pereira

Engenheiro Agrônomo; Doutor em Planejamento Ambiental, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente.

E-mail: lauro.pereira@embrapa.br