

ALTERAÇÃO DE USO DE SOLO E SUA RELAÇÃO COM VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Leandro Meneguelli Biondo

Prof. Edmilson Dias de Freitas

1 de outubro de 2008

Introdução

Este trabalho, puramente bibliográfico, foi elaborado à partir de teses e artigos referentes ou relacionados ao tema. Pretendo aqui apresentar um pouco da relação entre alterações do uso do solo e consequências meteorológicas. Conforme verificado durante a elaboração deste texto é necessário, também, relacionar o sentido inverso destas propriedades, ou seja, as possíveis consequências no solo, vegetação e bacia hidrográfica devidas a alterações nas variáveis meteorológicas.

O texto aqui apresentado constitui em sua maioria de citações provenientes dos artigos, organizei os parágrafos de forma que os que terminam com um número entre parênteses são copiados de algum dos artigos, com numeração referente nas referências apresentadas no final. Parágrafos como este que terminam sem um número entre parênteses são meus comentários ou opiniões.

De um modo geral fica aqui registrada parte da inter-dependência das condições meteorológicas e do uso do solo (composição, cobertura, armazenagem de água, etc.).

Metodologia

Para a discussão aqui apresentada foram escolhidos documentos científicos de áreas variadas (Agronomia, meteorologia, geografia, economia, etc...) em que eram mencionados dados ou informações referentes ao uso do solo, incluídos vegetação nativa e culturas introduzidas, e grandezas direta ou indiretamente relacionadas à condições de tempo em geral.

Estarão sendo consideradas as seguintes variáveis como relacionadas ao uso do solo:

- Qualidade do solo para o cultivo;
- Variação dos nutrientes e elementos químicos do solo encontrados;
- Dossel presente na região (tipo de vegetação);
- Variação de absorção de radiação pela vegetação para a fotossíntese;
- Variações de volume e qualidade de água em bacias hidrográficas;

Já as variáveis meteorológicas que tiveram seu comportamento mencionado são:

- Temperatura ambiente;
- Umidade do ar próximo ao solo;
- Precipitação observada na região;
- Balanço Hídrico;
- Balanço energético;

A metodologia dos artigos e teses em si foi considerada na validação dos resultados obtidos por cada autor, de modo geral os autores estabeleceram as grandezas a serem medidas e estudadas, e posteriormente métodos confiáveis (já utilizados em outros estudos) para medições e análise dos dados. Devem ser introduzidas escalas e erros relacionados a cada dado, de modo a poder comparar resultados em diferentes condições.

Para a análise de dados são usados modelos de resultados esperados (de acordo com teoria existente) e com métodos estatísticos usados para comparar os resultados experimentais com os esperados teoricamente.

Discussão

Hidrologia (2 artigos)

A água têm um papel importante tanto na manutenção da vida quanto no equilíbrio físico e químico do nosso planeta. Este elemento é um importante soluto natural, onde a maior parte dos seres vivos realizam suas funções biológicas, tanto relacionadas à retirada de energia de alimentos, quanto ao transporte de propriedades e à própria formação de células e órgãos.

O papel físico é evidente por ser um elemento que existe em seus três estados principais em condições naturais do nosso ambiente, contribuindo assim com o transporte de energia via calor latente (durante as mudanças de estado) que auxilia o balanço energético planetário (solo-atmosfera, entre as camadas da atmosfera, oceano-atmosfera, etc.). Parte desta água se encontra em bacias hidrográficas, constituídas por rios, lagos e lençóis freáticos, boa parte dos estudos encontrados abordam este tema.

A qualidade da água de uma microbacia pode ser influenciada por diversos fatores e, dentre eles, estão o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo, o uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica (VAZHEMIN, 1972; PEREIRA, 1997). Segundo ARCOVA et al. (1998), os vários processos que controlam a qualidade da água de determinado manancial fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática, na bacia hidrográfica, podem modificar a sua qualidade. (1)

Nas bacias com cobertura de floresta natural, a vegetação promove a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975), sendo essas áreas muito importantes para manter o abastecimento de água de boa qualidade. Por outro lado, as práticas que se seguem após a retirada das árvores tendem a produzir intensa e prolongada degradação da qualidade da água (BROWN, 1988). Segundo o código florestal, em nascentes (mesmo intermitentes) e olhos d'água, a distância a ser preservada com mata é de 50 m; no entanto, o que se observa muitas vezes é que as atividades agrícolas não respeitam essa distância. (1)

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação internacional, não apenas porque ela representa uma unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista de integração como da funcionalidade de seus elementos, mas também porque toda área de terra, por menor que seja, se integra a uma bacia (PISSARRA, 1998). (1)

A bacia hidrográfica de uma região se relaciona diretamente com o solo e fornece água para a vegetação que ali se encontra, que irá utilizar esta água na fotossíntese e na evapotranspiração. Desta forma a quantidade de água disponível para as plantas pode afetar o seu desenvolvimento. Por outro lado, a vegetação auxilia na manutenção de temperaturas mais baixas e perda de água total para a atmosfera muitas vezes menor do que o solo nú, há também variações de taxas de transpiração entre culturas, portanto a mudança de cobertura vegetal em um local pode mudar drasticamente o balanço hídrico.

Por exemplo, nas últimas décadas, Goiás experimentou intensa expansão de suas fronteiras agropecuárias. Entre 1980 e 2004, o Estado foi desmatado a uma taxa média efetiva de 1,14% ao ano (ANTUNES, 2004). Com isso, as formações florestais nativas foram reduzidas a cerca de 11.590.000 hectares, ou 34% do Estado, concentrados principalmente no Nordeste goiano (SANO et al., 2006). Esse ritmo de conversão de terras se reflete em pressões sobre os demais recursos ambientais, inclusive os hídricos. (2)

A legislação florestal brasileira estabelece uma área mínima de cobertura vegetal nativa em cada bacia, no Estado de Goiás, de 20% de Reserva Legal (o percentual é variável entre os Estados e regiões fitoecológicas) e de áreas de preservação permanente, associadas, entre outras, às margens de cursos d'água, ao entorno de nascentes, veredas, lagos, lagoas ou reservatórios, como também a topos de morros, montes, montanhas e serras, áreas declivosas e linhas de ruptura de relevo. (2)

Para uma dada bacia hidrográfica pode-se analisar as propriedades físico-químicas da água que ali circula, de modo a estabelecer a sua qualidade para diversos usos (consumo humano, irrigação, geração de energia, etc.) .

Alguns dos parâmetros de uma bacia que podem ser analisados para estabelecer sua qualidade são médias anuais de seca e de cheia, de turbidez, cor aparente, pH, cloretos e índices de coliforme total e fecal foram relacionadas, por análise de componentes principais, em um índice de qualidade de água (IQA). (2)

Matéria Orgânica no Solo (1 artigo)

O desenvolvimento das plantas se dá com a fixação de carbono e nutrientes durante a fotossíntese, ou seja, formação de matéria orgânica. Com a queda de frutos e folhas, morte das plantas e através da cadeia alimentar este material orgânico chega até o solo, onde influencia as características do solo e favorece a própria vegetação que virá a ocupar o mesmo terreno.

A matéria orgânica do solo (MOS) é o maior reservatório de C terrestre se as reservas fósseis não forem consideradas, representando cerca de duas vezes a quantidade de C da atmosfera e da biomassa vegetal (Swift, 2001). Sua constituição é bastante complexa, sendo formada por diversas frações com tempos de residência variando desde semanas (como a biomassa microbiana) até milhares de anos (como a fração húmica). Na maioria dos solos, as formas mais recalcitrantes são dominantes em termos quantitativos e, portanto, constituem um compartimento que desempenha papel crucial no sequestro do C em formas estáveis, com prolongado tempo de residência (Stevenson, 1994; Trumbore, 2000). Em cultivos de ciclo mais longo, como é o caso florestal, a MOS parece ser uma das características estreitamente relacionada com a sustentabilidade da produção a longo prazo (Mendham et al., 2004). (3)

Intervenção na vegetação existente durante estabelecimento de culturas anuais, pastagens e florestas comerciais pode levar a um decréscimo nos estoques de MOS graças ao incremento no processo erosivo, aceleração da decomposição, redução no aporte de material vegetal ou diferenças na qualidade dos resíduos. Vários fatores afetam a magnitude e a rapidez com que essas mudanças ocorrem, incluindo a natureza do uso, tipo de solo, clima e vegetação original (Paul et al., 2002). (3)

Radiação Solar (1 artigo)

A radiação de onda curta proveniente do Sol é praticamente a única fonte de energia de todos os sistemas encontrados na Terra, entre eles o ciclo hídrico e a criação de matéria orgânica, abordados anteriormente. É importante, também, em todos os movimentos e eventos atmosféricos, que usam quantidades variadas de energia para se desenvolver ou dissipar (nuvens, furacões, gradientes de temperatura, ventos, etc.).

A radiação solar vem se destacando nas pesquisas dos últimos anos, que buscam explorar o rendimento potencial das culturas. Embora a temperatura e o fotoperíodo sejam os principais fatores que atuam sobre o desenvolvimento vegetal, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, a radiação solar é fundamental para o desenvolvimento e o crescimento vegetal na agricultura, efetuado pelos processos fotomorfogênicos e fotossintéticos. (4)

A maneira como a radiação fotossinteticamente ativa é interceptada pelo dossel das plantas é fundamental para a fotossíntese e para a produção da cultura (Stewart et al., 2003). Segundo esses autores, fatores como forma, densidade populacional e espaçamento entre linhas, afetam a distribuição da área foliar no dossel das plantas. (4)

Na ausência de estresse, a produção de fitomassa é uma função linear do acúmulo de radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura, sendo que o coeficiente angular da curva de regressão entre a fitomassa e RFA define a eficiência de uso da radiação (Shibles & Weber, 1966). O aproveitamento de RFA para a produção de matéria seca também depende de outras variáveis de manejo da cultura e condições meteorológicas, especialmente, da condição hídrica. (4)

Pode-se afirmar que as variações aqui abordadas (meteorologia e uso do solo) não podem ser tratadas de forma independente, e nem apenas como causa ou apenas como efeito, pois uma mudança no uso do solo em um local (por exemplo, corte de floresta) pode trazer uma mudança na evaporação local (balanço hídrico) devido à incidência direta de radiação solar (aumentando a temperatura de equilíbrio). Essas mudanças podem forçar

a redução de água armazenada no solo, levando a outros efeitos em todos estes fatores, podendo ocorrer um efeito em cascata.

Continuando o efeito da radiação, a deficiência hídrica é uma das principais causas de perda de rendimento em milho, exercendo efeitos variados sobre a planta, dependendo de seu estágio de desenvolvimento, do nível da deficiência e da sua duração. No Estado do Rio Grande do Sul, a disponibilidade de água às plantas é o fator que afeta o rendimento das culturas com maior frequência e intensidade (Matzenauer et al., 1995). (4)

O principal efeito e o primeiro a se manifestar numa situação de deficit hídrico é a redução da expansão celular, pois, em condições de restrição hídrica, o limiar de turgescência ou potencial de pressão mínimo para que haja expansão pode não ser atingido. (4)

A retenção e a disponibilidade de água às plantas em diferentes sistemas de manejo do solo dependem da porosidade e da presença da palha em cobertura. Segundo Salton & Mielniczuk (1995), a cobertura de palha age tanto por sombreamento, de modo a reduzir a incidência de radiação e absorção de energia para a evaporação, quanto pela formação de um colchão de ar, que, por possuir menor condutividade térmica, retarda o aquecimento do solo. (4)

Resultados (dos 4 artigos)

Aqui são apresentados os resultados dos 4 artigos, em ordem mas sem separação por itens pois praticamente todas as conclusões e resultados de um trabalho complementam os outros, mesmo sendo sobre assuntos que inicialmente pareciam bem diferentes.

ARCOVA & CICCIO (1999), estudando a qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo, na região de Cunha, verificaram que os valores da temperatura, turbidez e cor aparente da água nas microbacias com agricultura foram superiores aos registrados nas microbacias florestadas, o que também foi observado neste estudo (córrego rico). (1)

A CETESB (1995) considera que o aumento da temperatura intensifica a produção fitoplanctônica, aumenta a absorção de nutrientes por esses organismos, diminui a solubilidade do oxigênio na água, aumenta a solubilidade de vários compostos químicos e aumenta o efeito deletério dos poluentes sobre a vida aquática. (1)

Ou seja, o tipo de vegetação afeta a qualidade da água, a temperatura e o regime de chuvas também.

PRIMAVESI et al. (2002), avaliando a qualidade da água em áreas com diferentes usos do solo, verificaram que, na nascente com mata, a qualidade da água se mostrou melhor que nas nascentes com uso agrícola, sendo a cor, dureza, turbidez, condutividade elétrica, alcalinidade, pH, demanda química de oxigênio (DQO) e oxigênio dissolvido (OD) as variáveis que mais explicaram essas diferenças. (1)

A presença de remanescentes de vegetação ciliar auxiliam na proteção dos recursos hídricos. Os períodos de amostragem, assim como as características do solo e seus diferentes usos, influenciam na qualidade da água das microbacias. Nas nascentes com vegetação natural remanescente, a qualidade da água mostrou-se melhor que nas nascentes com uso agrícola, sendo as variáveis cor, turbidez, alcalinidade e nitrogênio total as que mais explicaram essas diferenças. (1)

A composição da água é alterada pelo uso do solo, afetando a sua qualidade, uma alteração nas propriedades físicas e químicas da água das bacias pode levar a uma variação na evaporação, ou ainda na mudança da composição da água de chuvas.

Embora poucos, e ainda que não tenham sido obtidas correlações consistentes para cloretos, os parâmetros utilizados no IQA estão associados, em alguma instância, ao aporte aos cursos d'água de sedimentos com matéria orgânica adsorvida, associados ao uso agropecuário da terra. Essas correlações se maximizam em época de cheia, sugerindo que a contribuição do escoamento superficial seja determinante para as variações de qualidade da água em mananciais de abastecimento públicos superficiais de Goiás. (2)

A água das chuvas leva mais sedimentos para os rios, dependendo do tipo de solo chuvas em demasia podem levar a um empobrecimento da terra cultivada, ou até contaminação dos rios com o transporte de fertilizantes e inseticidas usados nas plantações.

Os parâmetros de qualidade da água avaliados se revelam aquém dos padrões legalmente requeridos em até 62,43% dos resultados, principalmente na cheia. Parte da matéria orgânica é de origem fecal e pode ser oriunda do aporte de sedimentos, intensificado durante as chuvas associadas ao início e fim da estação chuvosa. De fato, o IQA1 adotado apontou qualidade da água mais comprometida principalmente na cheia, como também melhor qualidade da água na seca. (2)

Já no estudo de fixação de carbono pode-se notar a importância do tipo de vegetação por exemplo para projetos de captura de carbono, ou para recuperação de solo, para casos em que houve perda de biomassa devido a desmatamento ou queimadas que deixaram o solo desprotegido.

Os efeitos do cultivo do eucalipto nos estoques de COT foram distintos em Belo Oriente e Virginópolis. Em Belo Oriente, o estoque de COT no solo não diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre o eucalipto e a pastagem nas profundidades de 0–5 e 5–10 cm (Quadro 3). Contudo, o estoque de COT foi inferior para o eucalipto em relação à mata nativa nessas duas profundidades superficiais. (3)

Virginópolis apresentou menor temperatura média anual e maior teor de argila no solo além de maiores estoques de C em todas as frações da MOS em comparação a Belo Oriente. O cultivo do eucalipto em áreas anteriormente ocupadas com pastagens mal manejadas promoveu a recuperação nos estoques de COT nos dois locais em estudo. (3)

Como a planta necessita de energia solar para fotossíntese, a formação do dossel em um local é importante para o desenvolvimento de uma cultura, por exemplo. Plantas sombreadas tendem a ter um desenvolvimento mais lento e incompleto.

Charles-Edwards et al. (1986) afirmaram que, em plantas com alta densidade populacional, folhas que se encontram nos níveis mais baixos do dossel ficam mais sombreadas e possuem atividade metabólica baixa e, com isso, não contribuem para o crescimento da planta. Assim, plantas que estão sob algum tipo de estresse podem interceptar e absorver a mesma quantidade de radiação que plantas não estressadas. Porém, plantas estressadas podem apresentar menor taxa fotossintética e, com isso, menor eficiência de uso da radiação. (4)

A eficiência de uso de RFA apresentou valores reduzidos com a ocorrência do déficit hídrico, principalmente pela diminuição do IAF (Figura 2). Em consequência, houve diminuição da quantidade de radiação interceptada (Figura 4), refletindo-se em menor conversão da RFA (4)

Apenas a radiação não é suficiente, novamente é necessário um equilíbrio entre todas as necessidades da cultura presente no solo, pois se não há água para a fotossíntese, para carregar nutrientes e controlar a temperatura da planta, esta fica em estado defensivo, tendo um desenvolvimento aquém do seu potencial real.

O milho cultivado em plantio direto apresenta maior eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em comparação ao preparo convencional, sendo esta maior em espaçamento reduzido. A deficiência hídrica diminui a eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, devido à redução do índice de área foliar e ao enrolamento das folhas. A maior eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em espaçamento reduzido não resulta em maior eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa. Quando não há déficit hídrico, a eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa para milho apresenta valores semelhantes aos obtidos para diferentes espécies C4, e é reduzida sob condições de déficit hídrico. Quando há déficit hídrico, o maior rendimento ocorre no espaçamento entre linhas de 80 cm. (4)

Conclusão

A mudança de cobertura do solo provocada pela mudança de uso pode causar problemas variados relacionados a variáveis meteorológicas, e estas tendem a ser proporcionais à mudança realizada. O resultado desta mudança depende do clima da região, do tipo de solo encontrado, do sistema hídrico e da amplitude da mudança.

Variações meteorológicas sazonais também afetam diretamente a vegetação e a bacia hídrica de um lugar, podendo ser um limitante do tipo de uso que pode ser dado ao solo. Mudanças permanentes no clima de um local podem ter como consequência a mudança do dossel, que por sua vez altera o comportamento do tempo local e assim por diante. É importante decidir a viabilidade de uma alteração ambiental de qualquer tipo antes de efetivamente realizar alguma ação, pois uma vez alterado o microclima de uma fazenda, por exemplo, pode se tornar impossível retornar o ambiente ao ponto de equilíbrio inicial.

Uma alteração mal pensada pode custar caro em termos de produtividade, valor de propriedade e danos ambientais (estes os mais graves, pois tem consequências em escala global).

Referências

- [1] Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico - Nicole M. M. Donadio - São Paulo - SP;
- [2] Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica - Barbara Rocha Pinto Bonnet - Goiânia - GO;
- [3] Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce-MG - Augusto Miguel Nascimento Lima - Viçosa - MG;
- [4] Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica - Jefferson Horn Kunz - Porto Alegre - RS.