

POR

<sup>1</sup>Nelsino Prado Moreira

RESUMO O presente trabalho é fruto de uma série de observações realizadas no Vale do São Francisco objetivando determinar os motivos pelos quais está levando o rio a diminuir a sua vazão gradativamente nos últimos anos.

A ocorrência de rochas sedimentares clásticas, com uma capacidade de armazenamento de água determinada pela presença de numerosos poros, é de grande importância na manutenção do volume d'água.

As rochas compactas, geralmente cristalinas atravessadas por inúmeras fendas capilares são também de grande importância no vale e contribuí juntamente com as rochas sedimentares no fortalecimento dos lençóis subterrâneos, na alimentação do rio e aquíferos que dependem de uma série de fatores bastantes complexos nada mais e nada menos que a conservação da natureza. Daí, chegou-se as seguintes conclusões:

- A redução nas reservas de águas subterrâneas está diretamente ligada a erosão, que muitas vezes, atravessa a zona de aeração do solo e penetra na zona saturada, donde vai drenar com rapidez as águas acumuladas abaixo da superfície piezométrica.
- O desmatamento de encostas com declividade superior a 45° contribui para a erosão acelerada que logo toma corpo, soterra várzeas, entope rios e provoca inundações.
- O pisoteio excessivo nas áreas de pastagens em encostas, endurece e impermeabiliza os solos, que vem dificultar a infiltração e favorecer um rápido escoamento superficial.
- O reflorestamento nas cabeceiras do rio São Francisco com Eucalyptus, onde as vezes aparece o Eucalyptus Saligna que segundo dados de pesquisas já realizadas, um hectare dessa espécie com sete anos de idade consome 49.000m<sup>3</sup> de água por ano.
- Os solos agricultáveis esgotados pelas culturas, lavadas pelas chuvas, calcinados pelo Sol e pelo fogo, diminui a velocidade de infiltração básica, favorece o escoamento, desseca com facilidade, facilita inundações e empobrece os lençóis

subterrâneos.

- Deve-se preservar as nascentes e demais formas de vegetação natural situadas ao longo do rio e de seus principais afluentes obedecendo as recomendações contidas no Código Florestal Brasileiro, especificamente o que consta no artigo 2º da Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, que ultimamente não vem cumprida na sua totalidade no vale do São Francisco.

### INTRODUÇÃO

O rio São Francisco com uma extensão de 2.700m, drena uma área de aproximadamente 640.000 Km<sup>2</sup>, cerca de 7,5% da área total do Brasil e detem um potencial de terras agricultáveis em torno de 3.000.000 de hectares.

Dado a grande extensão da bacia do rio São Francisco e a importância nos setores de produção de energia elétrica, irrigação, piscicultura e navegação, ainda merece um destaque especial por minorar os sofrimentos de milhares de nordestinos num trecho de 1.700m dentro do semi-árido. Por isso, maiores atenções devem ser dispensadas, na preservação de lençóis e conservação da água subterrânea em suas cabeceiras, por serem estas essencialmente importantes na manutenção de sua descarga no período de março a outubro de cada ano, período este de grande estiagem e responsável pelo enfraquecimento dos lençóis que mantem suas nascentes.

Tem-se notado nos últimos vinte anos, que a vazão do rio São Francisco vem diminuindo gradativamente ano após ano, a ponto de preocupar alguns técnicos e habitantes que residem nas proximidades. Nota-se sem grandes esforços que as potencialidades do rio estão esgotando a exemplo da navegação que já se encontra impraticável em trechos outrora muito promissor.

Viajando hoje pelo São Francisco, observa-se os efeitos nocivos causados pelo desequilíbrio do seu fluxo, que deixa marcas evidentes da ação destruidora das cheias que carregam os solos férteis das ilhas, desbarra as margens, destroi combros, muda de curso e alaga cidades.

O rio São Francisco possui características próprias e difere da maioria de outros rios do mundo, tais como o Mississipi, Missouri, Tennessee e Colorado que nascem nas montanhas rochosas nos E.U.A. e são alimentados pelas geleiras a exemplo do rio Colorado que possui 75% das águas do fluxo fornecido pela neve.

O rio São Francisco dispõe apenas das águas pluviiais caídas nas épocas chuvosas e quando fora deste período a sua alimentação fica restrita

<sup>1</sup>Técnico, Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco-COEVASF.



às reservas de água subterrânea remanescentes das poucas infiltrações em áreas porosas e dotadas de rochas permeáveis, predominantemente nas regiões de cerrados, que hoje lamentavelmente encontram-se sendo reflorestadas com essências exóticas perenifólia portadoras de raízes profundas e de alta transpiração, o que vem comprometer seriamente as reservas de águas de subsolo responsáveis pela alimentação de rios, riachos e poços artesianos.

Vários autores preocupados com o assunto, em outras partes do mundo com destaque na Rússia, onde denodados pesquisadores desenvolveram trabalhos os mais diversos neste campo, deixaram transparecer preocupações a ponto de Molchanov citar que "já em 1837, uma comissão especialmente nomeada para estudar a redução de caudais dos cursos de água, concluiu ser esta devida à diminuição da área florestal e conseqüentemente expansão das terras sujeitas ao cultivo agrícola". Apesar de se tratar de uma conclusão antiga, os pesquisadores modernos confirmam nos dias de hoje e vão mais além, afirmando que a cobertura vegetal natural é indispensável na recarga de aquíferos e que as práticas agrícolas mal conduzidas provocam erosão, desseca o solo, dificulta a realimentação de lençóis e seca os rios.

#### A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO REGIME DO RIO

A vegetação natural é sem sombras de dúvidas a principal responsável pela alimentação dos lençóis subterrâneos em áreas declivosas onde predominam as pequenas nascentes ou olhos de água que alimentam os pequenos riachos ou rios durante todo o ano, resistindo a inclémência das secas. Esta situação se verifica com frequência no curso médio do rio São Francisco onde constatou-se o desaparecimento de várias nascentes nas encostas declivosas da Serra de Palmas de Monte Alto, notadamente neste município e demais vizinhos Sebastião Laranjeiras, Candiba e Urandí, dada a exploração da cultura do algodão que se constitui com principal fonte de renda na região. O algodão além de ser uma cultura esgotante é cultivado e plantado desordenadamente, tanto em solos planos como em encostas com declividades as vezes superior a 45°.

Segundo MOLCHANOV (1963) "a distribuição das florestas na bacia de recepção deve considerar-se o declive que afeta fortemente o caráter da erosão do solo. Os declives podem ser classificados, quanto a este aspecto, do modo seguinte:

1. Declive suave, 5° - 6°. Nos campos há erosão, mas esta não se verifica nas florestas.

2. Declive mais acentuado, 6° - 20°, subdividido em pouco declivoso 6° - 10°, bastante declivoso 11 - 15°, acentuadamente declivoso 16 - 20°. Nestas encostas, os campos estão expostos a erosão considerável. Quando estão florestadas, o escoamento superficial é transformado em subsuperficial

e para a erosão.

3. Declive acentuado 21° - 31° e muito acentuado 31° - 45°. Os solos desarborizados sem ervas ou apenas moderadamente revestidos apresentam elevada erosão, com o desprendimento de pedras ao longo da encosta. Nas florestas com manta morta não há escoamento superficial nem mesmo erosão."

Segundo LEINZ (1986) A ENGLER afirma que " em terrenos morfológico e litologicamente idênticos, nas regiões cobertas de mata, a infiltração é de 40%, enquanto naquelas cobertas de pastagens é de apenas 20%. Por outro lado, o escoamento imediato dá-se justamente ao inverso do caso anterior, isto é, 20% nas matas e 40% nos pastos".

Nota-se pois nos dois exemplos anteriormente citados, que a influência da vegetação é de grande importância funcionando como um freio ao escoamento superficial e portanto ajudando na infiltração. Uma vez infiltrada, uma parte da água será utilizada pelas plantas e outra irá abastecer os lençóis subterrâneos. Como se sabe nas regiões onde existe florestas, os solos são mais porosos graças a ação dos microorganismos que encontram um ambiente favorável ao desenvolvimento dado a grande massa de matéria orgânica proveniente de folhas, cascas, gravetos e outros detritos vegetais em decomposição. Assim sendo a vegetação previne contra a erosão e conseqüentemente evita inundações e assoreamento de rios no período chuvoso, além de regularizar a vazão no período das secas.

A presença da mata ciliar nas proximidades da calha do rio é de grande importância e mesmo indispensável nas barrancas do rio São Francisco, uma vez que o aluvião desmorona facilmente e as raízes das plantas funcionam como fixadoras dos solos formando verdadeiros blocos de fixação de margens e dificultando destruição de combros.

Segundo MOLCHANOV (1963), " as atividades econômicas do homem são responsáveis por grandes modificações na descarga de rios menores. Encontram-se muitas vezes indicações disso na literatura técnica: desaparecimento de antigos nascentes, ou aparecimento de outras como resultado de plantação de florestas.

Nos E.U.A. houve chuvas excepcionais em 1936 - 1938, que chegaram a destruir algumas construções hidrotécnicas. Esses desastres foram conseqüências de desflorestação e da lavra de áreas contínuas. Como já tinha notado DOKUCHAEV (1892), as florestas em zonas mais sujeitas a cheias assim como na estepe, foram alastrando no passado ao longo de rios e ravinas, estendendo-se às vezes por dezenas de quilômetros de largura, e conservando assim a água do solo, favorecendo, talvez, a subida de nível freático. Depois do corte de tais florestas, que protegiam as nascentes e os lagos, esses reservatórios naturais diminuíram 3 - 5 vezes ou mais em alguns locais.



No distrito de Plesetsk, na região de Arkhangel, o Volchanista tornou-se mais curto, no quinto ano após o corte, de modo que agora começa a correr num ponto situado a 5 - 8 Km mais baixo que suas primitivas nascentes. Nas regiões centrais de Tchernoziom nos últimos 300 anos, também se deu um encurtamento considerável dos cursos de água, devido à desflorestação".

"Para Molchanov, há uma íntima relação entre o nível de água subterrânea e o tipo de floresta, de maneira que se pode estudar o regime de água subterrânea a partir do tipo de floresta".

#### ESGOTAMENTO DE LENÇÓIS AFETA O REGIME DOS RIOS

Estudos realizados por pesquisadores estrangeiros essencialmente pesquisadores russos, demonstraram que a vazão regular de um rio está diretamente ligado a infiltração das águas provenientes das precipitações atmosféricas.

As perturbações na economia hídrica, que põem em jogo mecanismos extremamente complexos, provêm, em grande parte, do fato de uma proporção considerável das precipitações pluviométricas não se infiltrar no solo ao nível das zonas afetadas pela erosão, escoando-se imediatamente sem benefícios para as terras onde caem.

As ravinas profundas tendo já esculpido as camadas superficiais e até mesmo alcançado a linha piezométrica, drena com rapidez as águas das chuvas e as reservas dos lençóis subterrâneos. Resulta daí, um dessecação progressiva dos horizontes superiores, provocando um empobrecimento da vegetação que evidencia um verdadeiro desequilíbrio hídrico com danos de grande monta para a região. Pois logo em seguida desenvolver-se-á um processo de degradação progressiva da cobertura vegetal, com reflexos negativos nos sistemas de recarga de aquíferos.

Para se regularizar o regime hidrológico de um rio ou de um solo, é necessário que determine além de outros índices, a transpiração de cada espécie utilizada, a evaporação do solo e do revestimento vegetal, o escoamento superficial das águas pluviais e a infiltração nos solos.

Os valores correspondentes a transpiração e evaporação são de grande importância ao compararmos a quantidade de água eliminada em uma vegetação natural de cerrado e uma floresta de eucalypto nas mesmas condições.

"DORST (1973) o combate ao eucalypto se fez, especialmente, partindo-se do pressuposto de que essa planta consome água exageradamente. Isto é verdade: segundo dados de Franco e Inforzato (1952). Eucalyptus Saligna de 7 anos de idade consome 49.000m<sup>3</sup>/ha/ano. Segundo Villaça e Ferrí (1952-Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr. USP 173 Botânica 11), isso corresponde a um consu -

mo de 19.600 litros/planta/ano".

A evaporação proveniente das copas está diretamente relacionada com a transpiração das plantas.

A evaporação total das florestas fica também condicionada às condições meteorológicas durante o ano, principalmente das precipitações.

Os fisiologistas que se têm ocupado do desenvolvimento das células nos tecidos e nos órgãos das árvores assim como os silvicultores que observam o crescimento de diâmetro e altura, demonstraram que o consumo de água está inteiramente relacionado com o período denominado "máximo crescimento", período em que a planta retira maior quantidade de água do solo.

Como se sabe, todo rio tem seu curso normal que é alimentado por nascentes de águas subterrâneas armazenadas nos solos de áreas permeáveis, situado em cotas mais elevadas onde predominam as chapadas, platôs e topos quase sempre cobertos de cerrados.

O rio São Francisco como a maioria dos rios brasileiros não foge a regra. Nasce em uma altitude de 1.280 metros acima do nível do mar, onde as águas brotam nas encostas íngremes da Serra da Canastra fluem formando cachoeiras e cascatas em direção ao fundo do vale onde se junta a outras e mais outras provenientes das serras circundantes tanto na margem esquerda quanto na margem direita, obedecendo uma sequência regular até tomar corpo e formar o rio propriamente dito. Desta forma a cabeceira de um rio depende de uma extensa área com alta potencialidade em águas subterrâneas e rica em olho de água ou nascentes que formam e mantem filetes, córregos e riachos perenes em períodos de estiagens. No período chuvoso, tem-se as chuvas que em um processo natural alimenta estes mesmos leitos com águas pluviais que escoam superficialmente até atingir a calha do rio.

Estas chuvas muitas vezes provocam inundações consideráveis, arrastam os solos das montanhas e encostas, provoca erosão e altera o curso do rio tornando-o mais raso e aumentando a superfície de evaporação.

"Segundo afirma Coimbra na Revista Interior (maio/junho/84), a água de beber, um dos bens mais preciosos da natureza, está escasseando no Brasil. Em menos de um século o rio São Francisco perdeu metade de sua vazão normal. O rio Cachoeira, que liga Ilhéus à Itabuna, foi outrora torrencial e navegável".

Argumenta ainda Coimbra, que quando devasta a mata nem mesmo a cinza das queimadas fica no solo desprotegido. As chuvas a leva para os rios e es - tes para o mar.

Segundo CHRISTOFOLETTI CIÊNCIA E CULTURA 35 (5) maio de (1983), "tradicionalmente, os homens percebem e comportam-se como se a água fosse dádiva



inesgotável da natureza. L'vovich lembra-nos, então, que os recursos hídricos são inesgotáveis apenas se forem usados com cautela e se maior atenção for dada à sua conservação. Se as águas forem usadas de maneira inadequada, ou se for negligenciada a sua conservação, os recursos serão exauridos fácil e rapidamente. Para evitar essa possibilidade, as sociedades devem adotar conjunto de medidas técnicas, biológicas, econômicas e de organização social e especial".

Infelizmente as empresas que atuam no vale do rio São Francisco exploram do suas potencialidades, têm preocupado muito pouco com o futuro do rio.

Sabe-se que atualmente o regime do rio São Francisco encontra-se totalmente desequilibrado registrando vazões quase sempre nos extremos: inundações ou nível mínimo. No dia 30 de setembro de 1985, na cidade de Bom Jesus da Lapa, Estado da Bahia, o rio São Francisco encontrava-se em um nível tão baixo e com o leito tão assorido que dificultava travessia do mesmo pelas balsas e ajoujos, únicos meios de transportes de passageiros e veículos naquela localidade.

#### LENÇÓIS SUBTERRÂNEOS

Segundo DAKER (1976) "Distingue-se dois tipos de lençóis subterrâneos: lençóis freáticos e lençóis artesianos. Os lençóis freáticos ou livres, são os que descansam sobre uma camada impermeável e que não estão submetidos a pressão. São geralmente de formação local, originando-se de águas de chuvas que infiltram através das camadas permeáveis do terreno, até encontrar uma camada impermeável. Aí a água fica em equilíbrio com a gravidade, impregnando e saturando as camadas porosas logo acima, podendo permanecer em repouso ou deslocar-se conforme a configuração geológica do terreno.

Os lençóis artesianos ou confinados, são os que correm ou que são compreendidos entre duas camadas impermeáveis, estando submetidos à pressão. A água provém geralmente de infiltrações distantes, de regiões mais altas (brejos, lagos, rios, chuvas ou neves nas serras cordilheiras etc)".

Pelo visto, conclui-se que não se deve drenar os brejos e lagos, pois eles podem alimentar um lençol artesiano importante: os lençóis subterrâneos, sofrem variações de acordo com o clima de cada região. No caso do vale do rio São Francisco onde as chuvas concentram em grande parte nos meses de outubro a abril, os lençóis sofrem variações anuais. No período chuvoso ocorre a recarga e apresenta um nível mais elevado no mês de abril. Por outro lado o seu nível mínimo é apresentado no início das chuvas que ocorrem em meados de outubro. Neste intervalo de abril a outubro, nota-se uma diminuição progressiva de vazão tanto em poços tubulares rasos como em poços tubulares profundos. Muitos deles chegam até mesmo secar, não suportando os rigores da estiagem.

#### Alimentação artificial dos lençóis subterrâneos

Segundo DAKER (1976) "O uso cada vez maior das águas subterrâneas pode ocasionar o seu esgotamento. O problema já se apresenta em várias partes do mundo, como regiões áridas dos Estados Unidos e em certas partes da Europa, onde as grandes concentrações humanas exigem um suprimento líquido maior do que o fornecido pela alimentação natural dos lençóis. Nestas condições, o homem procura compensar tal esgotamento por meio de aplicação da água na superfície do terreno e sua conseqüente infiltração até os aquíferos subterrâneos.

Os processos usados vão desde os aplicados em conservação dos solos, referentes às águas pluviais, à aplicação da água superficial e da água de esgotamento e esgoto, por meio de inundação de áreas permeáveis, de sulcos profundos, de poços e galerias etc. Procura-se sempre aproveitar a água abundante em certas partes do ano para forçá-la a penetrar, com suas qualidades melhoradas pelo processo de infiltração, nos amplos reservatórios subterrâneos".

Analizando o texto acima, nota-se que os lençóis subterrâneos são passíveis de esgotamento. Ao mesmo tempo sabe-se que o fluxo do rio São Francisco no período de abril a outubro também depende exclusivamente dos lençóis subterrâneos, e estes por sua vez, depende das chuvas e da infiltração natural das águas no período chuvoso outubro a abril para recarga dos lençóis freáticos que mantem o fluxo do rio no período das secas. Por este motivo não deve-se poupar esforços no sentido de manter e conservar o estado natural nas proximidades de áreas permeáveis sob pena de contribuir-se para o esgotamento dos lençóis subterrâneos e possível secamento do rio São Francisco.

#### A DESERTIFICAÇÃO

A desertificação está intimamente relacionado com o dessecamento do solo e do subsolo, uma vez que ocorrendo mudanças ecológicas ocorrerá também modificações profundas na vegetação, no regime hídrico que reduz a produtividade, diminui a capacidade de sustentação da terra, favorece a erosão, aumenta o esgotamento superficial e dificulta a recarga de lençóis subterrâneos, aumenta a evaporação, altera o clima, provoca ventos e seca os rios.

Considerando todo este contexto, deve-se tomar de imediato medidas de ordem técnicas no sentido de defender todo um sistema complexo que se desenvolve em cadeia e que precisa ser energicamente defendido nos seguintes aspectos:

- 1 - Preservação de nascentes em todos os seus níveis.
- 2 - Realização de estudos hidrogeológicos no sentido de prevenir, controlar e conservar os lençóis subterrâneos de água doce.
- 3 - Prevenir e evitar a drenagem de pântanos, lagos, lagoas e brejos que

muitas vezes são responsáveis pela manutenção de lençóis freáticos e artesianos. A drenagem destes reservatórios naturais pode afetar a vazão de poços artesianos localizados a mais diversas distâncias.

4 - É preciso coibir enquanto antes, o desmatamento de nascentes, encostas, proximidades de reservatórios naturais, e áreas de cerrados consideradas importantes em alimentação de aquíferos.

5 - Evitar o plantio de essências florestais exóticas de raízes profundas, perene-folia e com grande massa foliar, sem antes realizar um estudo apropriado sobre transpirações e possíveis modificações do lençol freático.

6 - Suspender o uso indiscriminado de formicidas, ora sendo utilizado no combate a formigas em áreas reflorestadas com eucaliptos, uma vez que estas áreas são compostas por solos porosos dos cerrados que têm por bases rochas permeáveis e responsáveis pelo movimento da água subterrânea que alimenta o rio São Francisco e a maioria dos rios brasileiros; pois todos eles com raras exceções nascem em áreas de cerrados.

7 - Deve-se realizar com urgência um estudo detalhado objetivando determinar as causas da redução drástica da vazão do rio São Francisco, que nos últimos cinco anos vem diminuindo progressivamente e com muita intensidade.

SUMMARY The present work, is result of a succession of observations realize on the valley of São Francisco river pretending to determine the reasons by the which the river decrease their emptying gradually in the last years.

The incident of clast rocks, with capacity of retention of water determinate by the presence of numerous pore, is of great importance in the support of volume water.

The compact rocks, generally crystalline crossed by innumerable opening fine are also of large importance on the valley contributing together with the sediments rocks in the fortification of the yield - ding water in the nourishment of river and aquiferous which depend of succession of factors enough complexes nothing more and nothing less which the preservation of nature. From there, arrived following conclusions:

The reduction on the reserves of water underground is directly joint the erosion which many time pass over the zone of air ground and penetrate in the saturated, from where go to drain with speed the accumulate waters down of piezometer surface.

The deforestation of slopes with incline superior the 45° contribute for accelerate erosion which immediately increase, cover wi-

th earth cultivated plain, obstruct river and provoke inundations.

The foot track excessive on the areas of pasture on slopes become hard and impermeability the grounds which come to make difficult the infiltration and facilitate a speed flowing superficial.

The reforestation on the heads of São Francisco river with Eucalyptus, where appear the Eucalyptus saligna, which according basis investigation already realized, one hectare essence with seven years of age consume 49.000 cubics meters water by year.

The soils cultivated exhausted by the cultures, wash by the rains sunburn and fire decrease the velocity of infiltration basic, facilitate the drain desiccate ease, facilitate inundations and become poor the undergrouns waters.

Must protect the springs and besides forms of natural vegetations, situated near of river and of their principal tributary obeying the recommendations contained in the Code Forestal Brazilian, specified on the article 2º of Law 4.771, september 15 1965, which lately not has been meet the whole on the valley of São Francisco River.

#### REFERENCIAS

1. CHRISTOFOLETTI, A. - "Recursos hídricos". C. Cultura SBPC, 35 (5), maio 1983.
2. COSTA, M.S. - Silvicultura. Lisboa, Livraria Popular de Francisco Franco, 1980.262p.
3. DAKER, A. - A Água na Agricultura. Rio de Janeiro, Sedegra Sociedade Editora e Gráfica Ltda, V.2, abril 1973.379p.
4. DORST, J. - Antes que a natureza morra. São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda, 1973.394p.
5. LEINZ, V. & AMARAL, S.E. Geologia Geral. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1985.397p.
6. MOLCHANOV, A. A. Hidrologia florestal. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1971.415p.