

2. Revisão bibliográfica

2.1. Abordagem Sistêmica na Geografia

O percurso histórico da Geografia enquanto ciência tem suscitado e levado ao âmago das discussões sobre seu arcabouço teórico-metodológico a necessidade de uma busca constante para solucionar as problemáticas do presente. Isso se faz visível ao longo do tempo e dá própria sistematização da ciência geográfica, que outrora respondeu aos anseios do Estado expansionista europeu, demonstrando seu caráter político desde os primórdios. Fato é que no cerne da conjunção da construção da ciência moderna a fragmentação e a dualidade serviram como alicerce para um ferramental que jamais se pretendeu a um conhecimento do todo.

A Geografia, assim como toda ciência derivada do projeto de modernidade, apresenta um caráter dual e fragmentador, advindo de dois métodos proeminentes nesse contexto o nomotético e o idiográfico. O primeiro tinha como pressuposto a normatização a partir de leis gerais para todas as ciências, objetivando a universalização através do método. O segundo primava pela particularidade, pela singularidade dos acontecimentos e fatos, onde se objetivava o conhecimento profundo de determinada localidade. Nesse contexto, é que surge, a dicotomia entre a Geografia Humana e a Geografia Física, que se faz vigente atualmente em muitos casos limitando a análise geográfica apenas a redução, seja ela pelo viés socioeconômico ou pelo enfoque ambiental perdendo com isso a conexão com o todo, negligenciando, portanto, a abordagem holística.

A Ciência geográfica tendo como pretensão de estudo a espacialização das relações entre sociedade/natureza em hipótese alguma pode se fazer valer da fragmentação, correndo risco de não dar conta da análise do seu próprio objeto. Não se trata aqui de rechaçar ou desvalorizar o reducionismo, mas sabendo-se da sua importância como elemento de apreensão e compreensão de uma das partes estruturantes e componentes de um todo maior. Segundo Bertalanffy (1973) a necessidade resultou do fato do esquema mecanicista das séries causais isoláveis e do tratamento por partes ter se mostrado insuficiente para atender aos problemas

teóricos, especialmente nas ciências bio/sociais, e os problemas práticos propostos pela moderna tecnologia. A viabilidade resultou de várias novas criações – teóricas, epistemológicas, matemáticas, etc. – que, embora ainda no começo, tornaram progressivamente realizável o enfoque dos sistemas. Assim é que a abordagem sistêmica ganha corpo e se torna uma ferramenta poderosa de entendimento dos fatos geográficos na sua totalidade, através de uma dialética constituída entre o todo e as partes, onde o todo é muito mais do que a soma das partes que refletem a estrutura do sistema.

A abordagem sistêmica foi negligenciada na história do pensamento geográfico desde o seu surgimento no início do século XX, sendo muito pouco difundida até meados deste período, ocorrendo uma série de apropriações em diversos ramos científicos a partir de então (RODRIGUES, 2001). Seu proponente Ludwig Von Bertalanffy tinha como objetivo tanto a investigação científica dos sistemas em várias ciências quanto sua aplicação tecnológica como, também, desenvolver a própria filosofia dos sistemas, no sentido de dar destaque a discussão desse novo paradigma científico. A partir da Teoria Geral dos Sistemas, entende-se que os sistemas podem ser definidos como conjuntos de elementos com variáveis e características diversas, mantendo uma relação entre si e o meio ambiente. Sua análise pode ser realizada a partir da estrutura, do comportamento, das trocas de energia e matéria, limites, ambientes, parâmetros ou padrões do sistema.

Na Geografia segundo Troppmair & Galina (2006) a temática dos sistemas foi trabalhada pelo geógrafo Siberiana Sotchava, que em 1960, criou o termo Geossistema definido enquanto um sistema natural, que se caracteriza pela abrangência de vastas áreas, sendo aplicável a escala regional de análise. Devido a essa ampla escala da ordem de centenas e até milhares de quilômetros contida nessa proposta Troppmair & Galina (2006) também ressaltam que assim como as plantas e os animais desenvolvem seu ciclo biológico, o homem exerce suas atividades no Geossistema modificando-o na ocupação, na estrutura, na dinâmica e nas interrelações. Estas modificações, porém são praticamente insignificantes dentro do todo. Energia e Fluxos serão pouco modificados de modo que os autores

consideram falsa a afirmativa de que o geossistema, pela ação antrópica será profundamente modificado ou descaracterizado.

No Brasil de acordo com Rodrigues (2001) a discussão sobre sistemas foi introduzida inicialmente pelo Professor Dr. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, na década de 1980, na época então docente no Departamento de Geografia da USP. Nesse período o Professor Monteiro, tendo como objeto de estudo a região de Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo, buscou utilizar como referencial teórico, o conceito de Geossistema desenvolvido e proposto por Sotchava, tentando a partir de adaptações a algumas situações particulares do nosso território e ao próprio conhecimento territorial disponível testar e incrementar tal proposta de análise. Os geógrafos brasileiros foram bastante céticos e até mesmo contrários na sua grande maioria à utilização dessa proposta na época, pois o fator antrópico era visto como um elemento a mais na composição dos geossistemas, e não considerado como fator social preponderante. Esse processo se deve amplamente ao fato de a Geografia nesse momento estar amplamente imbuída, na busca por respostas as práticas sociais de produção e contradições advindas do capitalismo, e portanto, tinha como principal pressuposto o materialismo histórico e dialético como método de análise. Porém na década de 1990, o Professor Dr. Milton Santos, dá um passo importante na introdução da abordagem sistêmica na Geografia brasileira, com o seu livro intitulado “*A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção*”. Em sua obra o autor trata clara e abertamente o “*Espaço Geográfico*” como composto por sistemas de objetos e sistemas de ações, que interagem dialéticamente com o meio geográfico através de um sistema técnico. O que se torna perceptível em sua proposta é que o autor considera o “*Espaço Geográfico*” como um sistema de sistemas, ou seja, se utiliza da hierarquização em subsistemas, oriunda da abordagem sistêmica.

Em definição os sistemas consistem em um todo integrado onde o conjunto de suas partes ou elementos estão em constante interação (BERTALANFFY, 1973). Segundo Cristofolletti (1999) representam entidades organizadas na superfície terrestre, de modo que a espacialidade se torna uma de suas características inerentes. Sua organização é vinculada a estruturação e

funcionamento de (e entre) seus elementos, assim como também resulta de sua dinâmica evolutiva. Em virtude da variedade de elementos componentes e dos fluxos de interação, constituem exemplos de sistemas complexos espaciais.

Os sistemas devem ser entendidos como uma totalidade organizada, feita de elementos solidários só podendo ser definidos uns em relação aos outros em função de seu lugar nesta totalidade no qual se destaca o conceito de organização, articulando-o ao de totalidade e ao de inter-relação, bem como o de hierarquia. Porém além de relações é necessário que haja uma finalidade, a execução de uma função por parte desse conjunto inter-relacionado, para que possa ser considerado como um sistema (CRISTOFOLETTI, 1979). Para Capra (1996) as propriedades essenciais, ou “sistêmicas”, são propriedades do todo, que não são possuídas pelas partes; as propriedades de sistema são destruídas quando um sistema tem seus elementos isolados, separados. As partes só podem ser entendidas através do contexto do todo maior. Aliás, para este autor, não existe parte: o que se denomina parte é apenas um padrão numa teia inseparável de relações. Então, a simples interação entre os elementos não forma um sistema se não forem capaz de criar algo que funcione como um todo integrado. Por outro lado, torna-se impossível compreender totalmente esse todo se não entendermos quais são as suas partes e como se dão suas inter-relações. Nessa perspectiva é que a abordagem sistêmica apresenta-se bastante valiosa para as ciências ambientais, pois consegue através da hierarquização decodificar as partes sem perder a referência ao todo (GOMES, 1996).

Os sistemas complexos tendem a se organizar de maneira hierárquica, de forma que um sistema é composto por vários subsistemas, ao mesmo tempo em que integra outros sistemas de níveis hierárquicos maiores. Por conta desse tipo de organização a escala torna-se um elemento fundamental na análise da estabilidade em sistemas complexos (CRISTOFOLETTI, 1999; MATTOS e PEREZ FILHO, 2004). A instabilidade provocada por uma perturbação em um subsistema pode representar uma pequena variação no sistema ao qual pertence. O inverso também pode ser observado, onde há a possibilidade do sistema apresentar um quadro de instabilidade e seus subsistemas conseguirem manter-se estáveis.

A organização dos sistemas apresenta um padrão de interação, onde restrições são impostas aos elementos componentes, ou seja, limitações de potencialidades das partes que de certa forma tornam-se primordiais para o funcionamento do todo, é nesse sentido que o todo pode ser considerado inferior a soma de suas partes (MORIN, 1997). Dessa maneira a organização possui uma relação direta com a estabilidade, já que é através da desordem promovida por distúrbios que afetam a estrutura e o funcionamento (organização), que se pode influenciar significativamente na estabilidade e, portanto, na dinâmica evolutiva dos sistemas. Portanto a auto-organização aparece a partir do jogo entre ordem e desordem (MORIN, 1977).

A estabilidade em um sistema ambiental de acordo com Gondolo (1999) significa a manutenção da identidade do sistema, e essa identidade é dada pelo seu padrão de organização (CAPRA, 1997). No entanto, Mattos e Perez Filho (2004) ressaltam que a estabilidade não deve ser entendida como um estado no qual o sistema permanece estático, fixo, imóvel, devendo ser entendida como relativa e dinâmica, onde o sistema encontra-se em constante renovação e transformação. Os autores ainda destacam a relevância de se considerar a existência de diferentes tipos de estabilidade, sendo eles: de resiliência, definida como a capacidade do sistema em retornar ao seu estado pré-perturbado; de resistência, representada pela capacidade de o sistema permanecer imune às perturbações, isto é, preservando inalterados seus arranjos estruturais e funcionais frente aos distúrbios ambientais. Além desses dois tipos de estabilidade, Clark *et.al.* (1995 apud MATTOS e PEREZ FILHO, 2004) apontam a ideia de multiestabilidade que é aplicada no caso de sistemas que devido a sua carga de complexidade possuem estados alternativos de estabilidade, podendo oscilar entre um e outro ao longo do tempo.

A estabilidade de um sistema depende dos mecanismos de realimentação negativa, os quais garantem diferentes tipos de estabilidade (resiliência e resistência), que são efetivos até um determinado limite crítico. Quando ocorre a ruptura desses limiares considera-se que o sistema entrou em estágio de evolução. A identificação da existência de limiares é fundamental para se entender a resposta dos sistemas às perturbações do ambiente (RENEWICK, 1992 apud MATTOS e PEREZ FILHO, 2004). Desse modo, quanto menores os limiares de

um sistema, maior será sua sensibilidade aos distúrbios e, conseqüentemente, maior a probabilidade dele sair de sua condição de estabilidade, aumentando com isso a vulnerabilidade à ocorrência de processos que possam transformar sua organização.

O pensamento sistêmico se insere na geografia de acordo com Marques Neto (2008) através da sobreposição conceitual entre paisagem e geossistema, sendo comumente discutidos de forma associada e por vezes considerados a mesma categoria de análise. Segundo Troppmair e Galina (2006) a estrutura, as interrelações e a dinâmica que ocorrem em determinada área formando um Geossistema, dão a feição, a fisionomia daquele espaço, que é a própria paisagem visto como sistema, como unidade real e integrada. Os autores ainda prosseguem definindo a paisagem como um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a Geografia, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema, portanto, refletem a organização dada pela estrutura deste.

2.2. Paisagem e sustentabilidades

O termo paisagem surgiu no século XV, mais precisamente nos Países Baixos, sob a forma de *landskip*. Essa denominação fazia referência aos quadros que apresentam um pedaço da natureza, tal como a percebemos a partir de um enquadramento, podendo nos servir como exemplo, uma janela. Nesse caso, a moldura substituiria naquilo que se quer representar, a janela através de onde se faz a observação, assim a paisagem se caracterizava como aquilo que se apresentava ao alcance do olhar (CLAVAL, 2004). A ideia de paisagem como produto do enquadramento da vista rapidamente perde fôlego, pois a paisagem passa a ser considerada a partir do olhar de quem observa, ou seja, trata-se de uma escolha subjetiva, onde quem observa define o que e de que forma será representado. De acordo com Claval (2004) isso pode ser observado na pintura que busca reproduzir objetivamente um fragmento da natureza, mas o ponto de observação, o ângulo e o enquadramento resultam de uma escolha. Existindo assim, uma carga grande de subjetividade na base de uma representação que se deseja fiel a realidade, seja ela de qualquer procedência.

A análise da paisagem tem sido objeto de estudo dos geógrafos desde os primórdios da consolidação da Geografia enquanto ciência moderna. É possível observar que a paisagem recebe diversas formas de apreensão de acordo com cada escola. Fato que podemos evidenciar é que todas as concepções carregam algo em comum, que é o entendimento dessa categoria enquanto produto da percepção seja dos atributos naturais ou de atributos sociais, mesmo através de uma análise descritiva fruto de uma narrativa de viagem como no caso de Humboldt, pois só é possível descrever aquilo que é percebido, não podendo assim, ser dissociada da subjetividade de quem observa.

A escola alemã cultivava o hábito de acrescentar às descrições objetivas da paisagem suas observações pessoais. Tal fato, se deve, a influência da Filosofia da Natureza que tinha como princípio fundamental a contemplação da natureza. A noção de paisagem, forjada através do termo alemão *Landschaft* (Paisagem natural) foi desenvolvida por Humboldt e posteriormente pelos sábios Dokuchaev, Passarge e Berg no século XIX e nos primeiros anos do século XX. Esta visão tinha uma aceção fortemente natural. O conteúdo dessa noção expressava a ideia da interação entre todos os componentes naturais (rocha, relevo, clima, água, solo e vegetação) e um espaço físico concreto. Este conceito integrador expressava uma nova visão da Geografia Física em contradição com a visão tradicional da análise isolada dos componentes naturais, que não permitia a interpretação das influências mútuas entre os mesmos (RODRIGUEZ & SILVA, 2009), percebe-se aqui uma tentativa de uma apreensão da totalidade.

A paisagem vista enquanto totalidade dialética foi desenvolvida na União Soviética tornando-se possível a partir de duas condições, a primeira seria a doutrina marxista que propunha a interpretação através de uma análise dialética das totalidades e das interações dos fenômenos, a segunda seria a necessidade do conhecimento das unidades naturais integradas para apropriação do espaço através do planejamento centralizado que dava sustentação ao regime socialista. Tal concepção ganha destaque com Sotchava nos anos 60 do século XX, que através do cabedal metodológico da Teoria Geral dos Sistemas, vêm propor sua teoria dos Geossistemas, onde a paisagem era considerada como uma formação sistêmica, composta por cinco atributos fundamentais (estrutura, funcionamento, dinâmica,

evolução e informação). Essa é uma demonstração clara da primeira iniciativa da conjugação da análise espacial da Geografia Física com a análise funcional da Ecologia.

A escola estado unidense, na década de 20 do século XX, desenvolve sua concepção de paisagem cultural, sobretudo em Berkeley, sob a instigação de Carl Sauer. Suas pesquisas são bastante interessadas na variedade de artefatos, utensílios, formas construídas. Segundo Sauer (1925) quando os empreendimentos humanos desaparecem suas marcas permanecem visíveis durante muito tempo. No entendimento do autor, na formação da paisagem, a cultura era o agente, a paisagem natural o meio, e a paisagem cultural o resultado (SAUER, 1925).

Segundo Rodriguez & Silva (2009) nos anos 1960, reivindica-se uma análise dos sistemas ambientais e a interpretação das interações da Natureza com a Sociedade. A Geografia tinha perdido seu instrumental teórico e metodológico para enfrentar a questão ambiental, que deveria ser baseada em uma análise holística, dialética e articulada, dos diferentes níveis de interações Natureza-Sociedade e da formação dos sistemas ambientais. Nesse contexto é que em 1980 do século XX surge a partir da Ecologia Biológica, que lança mão da paisagem para espacialização dos ecossistemas, a Ecologia da Paisagem, onde a paisagem é a expressão espacial dos ecossistemas e um complexo, padrão ou mosaico de ecótopos, ou seja, um mosaico de ecossistemas concretos.

Também nos anos 80 a Geografia lança mão da Geoecologia das Paisagens que encontra seus antecedentes, na definição de Karl Troll nos anos 30 do século XX, sendo considerada como a disciplina que analisava funcionalmente a paisagem. Seu objetivo agora não é estudar apenas as propriedades dos geossistemas no estado natural, mas procurar as interações, as pontes de relacionamento com os sistemas sociais e culturais, em uma dimensão sócio-ecológica, em articular a paisagem natural e a paisagem cultural. Essa visão de paisagem permite sua consideração como unidade do meio natural, como um dos sistemas que entram em interação com os sistemas sociais, para formar o meio ambiente global, ou seja, os sistemas ambientais.

Na atualidade com a emergência da abordagem holística faz-se necessário uma nova conjuntura de análise que conjugue toda a complexidade na formação da paisagem. De acordo com Claval (2004) as maneiras de ler as paisagens colocadas em pauta pelos geógrafos entre o final do século XIX e o início dos anos de 1970 revelaram-se muito promissoras, pois despertaram a consciência das relações íntimas que unem os aspectos físicos, os componentes biológicos e as realidades nos ambientes sociais construídos pela atividade humana.

De fato devemos considerar a atividade humana como um dos componentes que estruturam a paisagem, porém não como um imperativo. A ação antrópica deve ser entendida como mais um atributo no ordenamento e composição da paisagem, assim como sugere Bertrand (1982) ao afirmar que o estudo das paisagens é atual em si mesmo e por si mesmo, sem que a ação antrópica seja mais que um elemento entre outros dentro da combinação ecológica. O relevo seu modelado é resultado concreto derivado da dinamicidade entre os processos físicos e os agentes sociais atuantes, que ocorrem de modo contraditório e dialético.

Dentro da perspectiva sistêmica as paisagens na concepção de Rodriguez et.al. (2007) são sistemas abertos, dinâmicos, com uma mesma gênese, no qual se sustenta o estado energético a um nível mais inferior possível, por meio do intercâmbio de energia, matéria e informação (EMI) entre seus componentes e com o entorno. Enquanto geossistema as paisagens possuindo diferentes estruturas de organização entre seus elementos apresentam capacidades distintas de absorver perturbações, podendo responder aos impactos externos de formas diferenciadas, mantendo sua estrutura inalterada (resistência), sofrer mudanças mais voltando ao estado inicial ou anterior ao impacto (resiliência), ou até mesmo, reorganizando e reconstruindo sua estrutura produzindo um novo equilíbrio (plasticidade).

Segundo Nunes (2002) a paisagem alterada é um espaço produzido, no qual a natureza serve de suporte físico ou recurso, em que as diferentes formas de ocupação refletem o momento histórico, econômico, social, político e cultural. Justamente nessa dialética construída na relação sociedade/natureza é que aparece a contradição mais evidente do modelo de produção capitalista, pois à medida que

o componente natural é visto como recurso trazemos a tona a problemática relacionada a sustentabilidade.

A natureza nos oferece recursos limitados que podem vir a escassear se o ritmo de crescimento econômico for mantido da mesma forma seguindo as premissas do paradigma desenvolvimentista. De acordo com Rua (2007) a devastação da natureza na amplitude atual são criações do ocidente moderno e põem em risco as sustentabilidades planetárias e locais. Porém o autor desconsidera a capacidade de estabilidade dos sistemas naturais (resistência e resiliência), isso demonstra a dificuldade de se romper com a racionalidade econômica e mercantil, que faz uso do discurso do fim da natureza, em detrimento de outras racionalidades mais complexas.

Seguindo a crítica ao modelo desenvolvimentista González (1996) propõe que o desenvolvimento econômico e social deverá ser ecológico e ambientalmente sustentável para garantir a sua própria sustentabilidade. O meio natural no modelo do Desenvolvimento Sustentável figura muito mais do que como um limitante, e sim estaria como viabilidade e potencial para que o desenvolvimento aconteça. Em outras palavras o meio natural se constitui como a própria base de sustentação para que o desenvolvimento econômico continue se perpetuando.

A problemática ecológica já se faz presente no Brasil como Gonçalves (2008) destaca a expansão da fronteira agrícola nas regiões centro-oeste e norte, que em um futuro muito próximo podem ter problemas com escassez de um insumo fundamental ao cultivo, a água. Esse fator demonstra a necessidade de um enfoque mais abrangente da sustentabilidade que de acordo com Rua (2007) deve contemplar a ciência, a Ecologia, a Economia política, a Geografia e o desenvolvimento (territorial) como elementos básicos para sua definição.

A estabilidade constitui um procedimento relevante para nortear a utilização racional da Natureza, permitindo identificar o limite dos desvios indesejáveis a partir de alterações geradas na base da estrutura do sistema e as condições normais da vida do homem e da reprodução de recursos.

A sustentabilidade da paisagem (geossistema) se dá medida em que a sua estabilidade é mantida, nesse caso, está diretamente ligada à resistência de sua estrutura, no que diz respeito, aos impactos gerados das mais variadas procedências. Uma paisagem sustentável deve ser estável. Segundo Rodriguez et. al. (2007) a estabilidade de um geossistema se define pela sua capacidade de cumprir funções sociais em uma etapa concreta do desenvolvimento da sociedade, sendo uma categoria socionatural. Isso se deve ao fato de que tais funções se transformam, se modificam, se regeneram, ao longo do tempo da história social.

Diante do exposto os empreendimentos humanos devem ser considerados como atributos que compõem a paisagem, se assumimos que há uma relação dialética entre sociedade e natureza, temos que ter a dimensão de que essa forma de relação pode não ser tão harmoniosa, sobretudo, quando se trata do modo de produção capitalista. Essa lógica pode levar a uma fragilização de ecossistemas o que nos remete a pensar na existência de uma conexão direta da sustentabilidade com a concepção de estabilidade, já que os sistemas ambientais tendem a sofrer mais perturbações e através do uso dessa paisagem pelos grupos sociais. Portanto, a estabilidade da paisagem depende da intensidade dos processos erosivos e gravitacionais, do escoamento, dos processos geoquímicos e bióticos (incluindo nesses o potencial de transformações geradas pela sociedade, principalmente ligados a alteração da estrutura dos sistemas naturais, como por exemplo, a cobertura vegetal) torna-se impossível a apreensão da paisagem fora da abordagem sistêmica, mesmo correndo o risco de ser redundante, já que ela própria se apresenta como a feição do Geossistema.

2.3.

A importância da cobertura florestal nos processos controle da transformação da paisagem

A cobertura florestal se caracteriza por exercer múltiplas funções no meio físico, sendo primordial na dinâmica e modificação desses ambientes, por isso esse fator controlador de suma importância em relação aos processos erosivos nas encostas tem sido objeto de estudo de inúmeros trabalhos de pesquisa.

A entrada de chuva em áreas vegetadas acontece promovendo como o primeiro contato e interação entre ambas, a interceptação da água pelas copas. A

cobertura vegetal intercepta a água das chuvas armazenando-a em suas copas sejam elas arbóreas ou arbustivas, de onde parte irá evapotranspirar retornando a atmosfera durante e após as chuvas. Quando a chuva excede a demanda e a capacidade de armazenamento da vegetação, a água atinge o solo por meio das copas (atravessamento) e do escoamento pelos troncos (fluxo de tronco). Outra parte da chuva é armazenada na camada de serrapilheira que se forma na parte superior dos solos florestais a partir de detritos orgânicos que caem da vegetação (folhas, galhos, sementes e flores) (COELHO NETTO, 1994).

A vegetação pode influenciar de maneira distinta nas atividades e processos no ambiente, pois através de sua estratificação ela tende a controlar e redistribuir a água proveniente da precipitação. A cobertura vegetal em uma floresta pode atuar de duas formas no que se refere ao trabalho erosivo: em primeiro lugar reduzindo a quantidade de água que chega ao solo, através da interceptação, e, em segundo lugar, alterando a distribuição e o tamanho das gotas, interferindo, com isso, na energia cinética da chuva, reduzindo a erosão (MORGAN, 1984).

A natureza da cobertura vegetal (tipo, forma, densidade e declividade da superfície), assim como as características físicas das chuvas, representa uma importante variável-controle dos processos de interceptação (COELHO NETTO et.al., 1986). Pode-se observar através de estudos desenvolvidos na Floresta da Tijuca, por Coelho Netto et. al.(1986) e Miranda (1992), uma variabilidade na interceptação mensal em respostas às variações na distribuição das chuvas, especialmente quanto à intensidade: onde a interceptação florestal aumenta na estação menos chuvosa (maio a agosto), o que reflete em mudanças tanto nas características das chuvas, menos intensas, como na demanda da vegetação.

Os resultados obtidos na estação experimental, localizada no alto rio da Cachoeira, no maciço da Tijuca, em estudos conduzidos por Miranda (1992) ilustram bem essa situação, apontando que chuvas de 10mm podem ser interceptadas completamente pelas copas das árvores, aumentando linearmente a quantidade de chuva que consegue atravessar (atravessamento) a medida que a chuva aumenta e se intensifica. Porém há que se considerar a variação na

quantidade de chuva interceptada de uma floresta para outra (LEOPOLDO et al., 1981; BACKES, 2000).

Em relação ao atravessamento através da vegetação exercido pela água proveniente das chuvas, há também grande variância pontual na quantidade de chuvas individuais que conseguem ultrapassar as copas arbóreas, podendo em alguns pontos no interior da floresta apresentar pluviosidade superior a encontrada acima das copas, esta variação é caracterizada pela umidade antecedente, pela arquitetura e estrutura do dossel e morfologia das plantas (VALLEJO e VALLEJO, 1981; MIRANDA, 1992; NEGREIROS, 2004). Sato et.al.(2007) em estudos desenvolvidos em áreas com plantios florestais de eucalipto na região do Vale do Rio Paraíba do Sul constatou uma grande variação no atravessamento registrado sob esse tipo de plantio, principalmente nas áreas localizadas próximas aos troncos das árvores, pois a arquitetura convergente dos galhos favorece a uma concentração maior do atravessamento junto ao tronco. Estudos desenvolvidos por Holwerda et al. (2006) em áreas de floresta tropical úmida na região de alto Montana de Porto Rico, mostraram valores de atravessamento das chuvas entre 73% a 77%.

Ao atravessar a vegetação à água da chuva chega ao piso florestal (precipitação terminal) onde parte dessa água é absorvida e interceptada na camada de serrapilheira, sendo redistribuída favorecendo com isso a infiltração no solo, e ao mesmo tempo inibindo a ação da erosão por gotejamento direto das chuvas sobre a superfície mineral do solo. De acordo com Coelho Netto (1987), a serrapilheira tende a desenvolver mecanismos de formação de fluxos, promovendo uma descontinuidade em relação ao escoamento, registrando pouca competência erosiva. A autora relata ainda neste trabalho que esses fluxos formam-se entre as camadas orgânicas, sendo absorvidos gradualmente pela superfície mineral do solo, em que a presença de alguns elementos, como por exemplo, galhos, fragmentos de rochas ou materiais orgânicos de difícil decomposição, podem gerar um aumento significativo na descontinuidade, e, portanto, na produção de escoamento em uma proporção diretamente ligada a intensidade da chuva.

Os sistemas radiculares das plantas apresentam alta complexidade em relação as suas funções hidrológicas. A composição e a estrutura dos materiais de embasamento exercem um importante controle no desenvolvimento dos sistemas radiculares, o que afeta a distribuição das raízes no solo (ALLEMÃO, 1995). Os resultados obtidos por Allemão (1998) em mensurações de campo, conduzidos na vertente sul do Maciço da Tijuca, demonstraram variações na poro-pressão em diferentes profundidades do perfil do solo associado ao sistema de raízes. As condições com maior capacidade de infiltração foram encontradas na profundidade de 40 cm, onde as raízes formam dutos facilitando a passagem da água. Isso enfatiza a significância desse compartimento da vegetação, no que diz respeito, as características hidrológicas.

As funções desempenhadas pela vegetação demonstram que é necessário o conhecimento das condições e características gerais do ambiente para que se possa entender efetivamente o papel desse importante fator-controlador dos processos ambientais.

2.4. Sistemas Agroflorestais como alternativa a manutenção da sustentabilidade do Geossistema

A FAO (1995) considera os Sistemas Agroflorestais como estimulantes à sustentabilidade ambiental, por favorecerem a preservação da fauna e da flora, a fixação biológica de nitrogênio e a ciclagem de nutrientes. Isso traz à tona a necessidade de se considerar a relevância desse sistema de manejo, pois se a cobertura florestal se configura enquanto o ótimo de manutenção da estabilidade do geossistema torna-se importante a prática e a introdução de manejos que se aproximem da organização estrutural do sistema florestal natural.

A agricultura convencional, baseada no modelo industrial proposto no pacote tecnológico da Revolução Verde, tem gerado um enorme passivo ambiental evidenciando com isso a necessidade da busca de práticas alternativas de manejo agrícola. Diversos estudos têm apontado para os problemas ambientais referentes a esse modelo de agricultura, como por exemplo, perda da biodiversidade, a erosão (BADGLEY, 1998), a acidificação, a salinização, a compactação, a contaminação dos solos e a lixiviação e extração precisa de

nutrientes (BARROS, 2004), a sedimentação de rios, o uso ineficiente de água para irrigação (MENDES, 2006), mudanças indesejadas nos fluxos hídricos, a contaminação da água por produtos agroquímicos e rejeitos agroindustriais, a perda de massa de florestas (OLIVEIRA, 2007; MENDONÇA, 2008).

Os Sistemas Agroflorestais emergem como propostas alternativas a esse tipo de conduta no uso de solos para o cultivo agrícola, já que se definem como um sistema de uso da terra que envolve a integração de árvores ou outras espécies perenes lenhosas com cultivos agrícolas e/ou pecuária, visando obter como resultado dessa associação à racionalização e o melhor aproveitamento do uso dos recursos naturais envolvidos no sistema de produção (YARED *et. al.*, 1998). Para Serrão (1995) os SAFs são uma forma de manejo do solo em que espécies florestais e não florestais são cultivadas simultaneamente ou em sequência, em associações planejadas com cultivos anuais ou perenes e/ou pastagens.

Segundo Almeida (2002) os Sistemas Agroflorestais (SAFs) que utilizam a floresta como referência para sua elaboração e manejo, aliando agricultura ao componente florestal, baseando-se em princípios como a sucessão natural, aumentam de forma significativa sua carga de complexidade, pois ao se aproximarem da dinâmica produzida em uma floresta, reproduzem a interação entre ordem e desordem presente nesses ambientes.

Os SAFs são implementados na maioria dos casos como opção para a recuperação de áreas degradadas por diversas atividades predatórias como o desmatamento, exaustão de solos pela agricultura convencional e pecuária extensiva, ações bastante comuns no Brasil, podendo também ser uma opção para gerar lucros significativos em áreas relativamente pequenas, configurando-se como arranjos produtivos locais (SMITH, 1998). Seguindo nesse contexto Arato *et al.* (2003) a utilização de SAFs tem sido, nas últimas décadas, bastante difundida como alternativa para recuperação de áreas degradadas. A combinação de espécies arbóreas com culturas agrícolas e a criação de animais proporciona a melhoria nas propriedades físico-químicas de solos degradados, bem como na atividade de microrganismos, considerando a possibilidade de um grande número de fontes de matéria orgânica.

Segundo Brown & Lugo (1990) quando realizado o plantio de árvores o aumento de biomassa aérea e subterrânea é elevado nos dez primeiros anos, sendo que a biomassa aérea nesse caso apresenta incremento lenhoso e foliar mais rápido até os 20 anos, apresentando uma pequena desaceleração, mas, com algum acréscimo até sua maturação. Esse fator é um elemento crucial quando se trata do manejo agroflorestal, já que o aporte vegetal contido nesse tipo de uso do solo realiza uma reestruturação conduzindo o sistema dependendo do estágio de perturbação ao qual foi submetido a uma nova condição de equilíbrio. Smith (1996) salienta que o comportamento em sistemas agroflorestais (SAF) que são muito dinâmicos, é semelhante ao relatado no estudo supracitado, principalmente nos primeiros anos de implantação e estabelecimento quando a experimentação de espécies é uma prática comum, quando se busca a introdução dos indivíduos vegetais com maior potencial de adaptação ao local onde o manejo será desenvolvido.

Segundo Osterroht (2002), entre os diversos sistemas agropecuários de uso da terra, os SAFs são aqueles que acumulam o maior ativo de biomassa. Seguindo essa lógica Smith et al. (1998) destacam a importância dos SAFs como alternativas viáveis do ponto de vista ambiental e econômico na contribuição da absorção do CO₂ e conseqüentemente na redução do efeito estufa.

Existem diversos tipos e possibilidades de SAFs, porém três tipos são reconhecidos na literatura: silviagrícola que combina árvores com espécies agrícolas; silvipastoril que combina árvores com pasto e animais e agrossilvipastoril que é a combinação dos dois anteriores (MCDICKEN & VERGARA, 1990; NAIR, 1991).

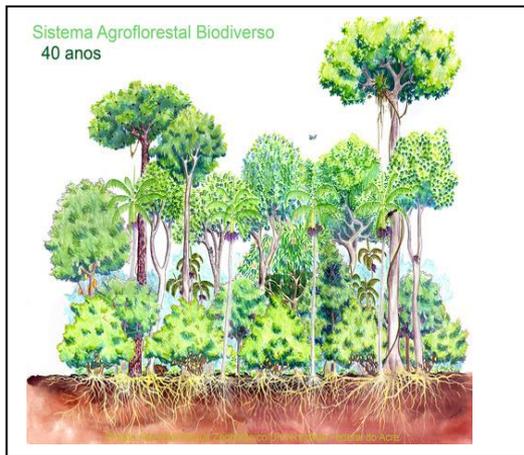


Figura 1: SAF Tradicional com sucessão ecológica (Biodiverso).



Figura 2: SAF Comercial (modelo em aléias ou "alley cropping").



Figura 3: SAF Comercial (Silvipastoril).

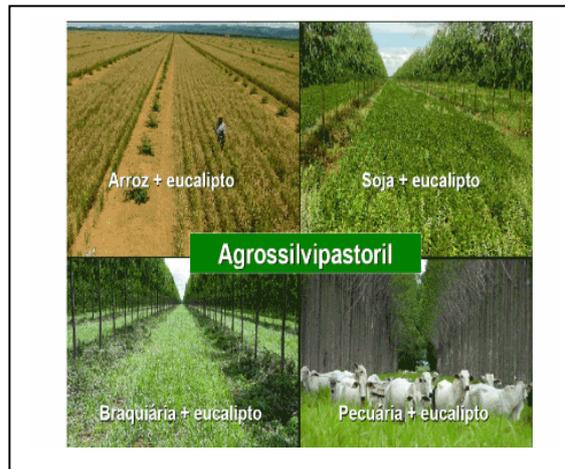


Figura 4: SAFs Comercial (Agrossilvipastoril).

De acordo Smith et al. (1998) classificaram os SAFs em tradicional e comercial. O SAF tradicional apresenta alta diversidade específica e genética, maior uso de regeneração natural, grande número de espécies para subsistência e menor uso de insumos e mão-de-obra. O SAF comercial apresenta baixa diversidade específica e genética, menor uso da regeneração natural, grande número de espécies para fins de comercialização e maior uso de insumos e mão-de-obra.

Ainda na demonstração da variedade de possibilidades de SAFs, Bertalot et al. (2010) apontam o sistema de cultivo em aléias ou "alley cropping" como um tipo de sistema agroflorestal simultâneo que consiste na associação de árvores

e, ou, arbustos, geralmente fixadores de nitrogênio, intercalados em faixas com culturas anuais. As árvores ou arbustos são podados periodicamente para utilização da biomassa como adubação verde, cujo objetivo principal é melhorar a fertilidade do solo e, ou, como forragem de alta qualidade para complementar a alimentação do gado.

A agrofloresta consiste em um povoamento de espécies permanente que tem aparência de uma floresta nativa, implantada em área já explorada ou a partir de uma capoeira melhorada (DUBOIS, 1996). Uma agrofloresta bem manejada assegura o fornecimento contínuo de produtos úteis ao consumo e venda; pode ser ainda, importante instrumento para alcançar objetivos socioeconômicos, como fixar o produtor em sua terra, reduzir a expansão da fronteira agrícola e melhorar a qualidade de vida das populações (ARIMA et al., 1998).

Na agricultura familiar, é possível observar que os sistemas agroflorestais podem significar um aumento da renda das famílias rurais, pois esses tipos de arranjos produtivos procuram maximizar o uso de insumos presentes dentro do próprio sítio, como esterco dos animais, restos de culturas agrícolas, sementes, defensivos naturais elaborados pelo próprio agricultor, mão de obra da família e outros, em detrimento do uso de insumos externos; e, assim, fortalecer e ampliar ações em prol de agriculturas ambientalmente saudáveis e socialmente justas (BERTALOT et al., 2008).

Alguns estudos têm demonstrado a eficiência dos SAFs em relação às dinâmicas ambientais, Mendonça (2008) destaca o potencial dos SAFs na capacidade de retenção hídrica pelo compartimento de serrapilheira, bem como no aumento da infiltração da água no solo através do compartimento de raízes.

A melhoria da fertilidade dos solos pode ser feita com a implantação de sistemas agroflorestais como demonstram Mucheru-Muna et al.(2008), pois esses sistemas ativam a ciclagem de nutrientes através do processo de formação e decomposição da serrapilheira (YADAV et al., 2008). Esse processo ocorre em larga escala visto que o manejo agroflorestal pressupõe a poda seletiva o que aumenta ainda mais o aporte de serrapilheira e na conseqüente mineralização da matéria orgânica disponibilizada por esse compartimento, tal mecanismo além de

contribuir para a retroalimentação da fertilidade do solo também influencia na distribuição dos fluxos hidrológicos, diminuindo a capacidade erosiva gerada pela concentração desses fluxos.

Segundo Bertalot e Mendoza (1998) os sistemas agroflorestais propiciam a diminuição da erosão do solo em virtude da formação de terraços naturais. Bertalot et. al. (2008) enfatizam a importância desse tipo de manejo na conservação da água e do solo, aumento da produtividade agrícola e também na formação de corredores ecológicos, principalmente no bioma de floresta tropical úmida.

Diversos serviços ambientais são oferecidos pelos SAFs como destaca Young (1997), os efeitos do manejo agroflorestal na manutenção da fertilidade do solo podem ser considerados como um fator direto no controle da erosão, além da proteção devido à cobertura do solo fornecida pelas copas das árvores e da manta orgânica e do papel das árvores como barreira ao escoamento superficial.

Oliveira (2007) enfatiza que os SAFs podem ser significativos tanto no aumento da qualidade ambiental quanto na qualidade de vida, produzindo paisagens mais sustentáveis nas bacias hidrográficas de uso rural, através de uma ocupação humana bem planejada e integrada aos processos e ao funcionamento geográfico, ecológico e hidrológico de cada sistema local/regional. Pode-se observar que os sistemas agroflorestais (SAFs) assumem uma dimensão funcional, no que diz respeito à dinâmica de evolução da paisagem. Esses sistemas, embora não restaurem aspectos importantes das comunidades florestais, como estrutura e biodiversidade, podem, se bem planejados, aproximar-se ecologicamente dessas comunidades, recuperando funções essenciais para a sustentabilidade, como a ciclagem de nutrientes, além de fornecerem alguma renda ou produção de subsistência ao produtor rural (ARATO et al. 2003).

De maneira geral a literatura aponta que o de manejo da paisagem através do sistema agroflorestal se apresenta atualmente como a alternativa mais viável na busca de sustentabilidade no seu sentido amplo, contemplando não só a manutenção da estabilidade dos sistemas naturais, como do sistema econômico,

cultural, político, etc. Caracterizando assim, a sua implementação como elemento fundamental para a composição de uma paisagem mais sustentável.

2.5.

Agricultura Itinerante ou Sistema de Pousio prática comum nas regiões tropicais.

As populações tradicionais, indígenas e não indígenas, de regiões tropicais do planeta ainda tem como pratica o cultivo de corte e queima. Essa forma itinerante de agricultura baseia-se na abertura de clareiras na floresta para serem cultivadas por períodos mais curtos do que aqueles destinados ao descanso e a regeneração natural. Esses momentos de descanso são definidos como períodos de pousio florestal, de forma a repor os nutrientes perdidos e exportados pela atividade agrícola. Isto porque as raízes da vegetação de capoeira conseguem retirar nutrientes de maiores profundidades, repondo-os na superfície do solo através da deposição e decomposição, principalmente, de galhos e folhas. Além disso, promove um incremento no nível de carbono do solo através da síntese, principalmente, de compostos orgânicos no processo de fotossíntese. Desta forma, após um determinado período, estas áreas estão possibilitadas de serem reincorporadas ao sistema produtivo. Segundo Sanchez (1976) o sistema de manejo de solos para fins agrícolas, baseado no corte e na queima da vegetação, é o mais amplamente utilizado na região tropical. No Brasil esta prática é bastante utilizada em quase todas as regiões. No estado do Rio de Janeiro, a agricultura itinerante tem sido praticada há pelo menos 150 anos pelas comunidades indígenas e caiçaras ao longo da Baía de Ilha Grande e na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, principalmente na área de Nova Friburgo, colonizada por imigrantes europeus (OLIVEIRA, 1999), essa forma de agricultura aliada a correção de fertilidade do solo, é praticada até os dias atuais.

Embora a agricultura itinerante se configure como uma alternativa de manejo com uma série de vantagens do ponto de vista ambiental, diversos tem sido as controvérsias apontadas pela literatura. Myers (1991) afirma que cerca de 300 milhões de pessoas residentes nos trópicos úmidos utilizam alguma forma de agricultura itinerante, e que isso contribuiria com 60% do desmatamento onde essa prática é comum.

Segundo Araújo Filho & Barbosa (2000) a sustentabilidade na caatinga foi praticada no passado quando era rotineiro o uso de pousio longo da terra entre dois cultivos, visto que a densidade populacional era baixa, o que permitia a recuperação da vegetação original e da fertilidade do solo. No entanto, em extensas áreas do Nordeste, a pressão demográfica reduziu o período de repouso para menos de 10 anos. O resultado é que o ritmo de perda da vegetação primária alcança 2,7% ao ano e cerca de 80% da cobertura vegetal é secundária. Hoje, a agricultura de subsistência é praticada em áreas onde a vegetação encontra-se em estágio sucessional arbustivo, com a fertilidade do solo ainda não recuperada, devido à redução do tempo de pousio (CARVALHO, 2003).

As queimadas, utilizadas para limpar o terreno, também são apontadas como um fator problemático para o bioma de caatinga, pois ocasiona perdas consideráveis na biodiversidade, com o desaparecimento de plantas e animais (ARAÚJO FILHO & BARBOSA, 2000), além de trazer incrementos significativos para a intensificação dos processos erosivos, trazendo como consequências a destruição generalizada da capacidade produtiva do solo e o assoreamento de mananciais (ALBUQUERQUE et al., 2001).

Brinkmann e Nascimento (1973) avaliando o sistema de corte e queima na Amazônia Brasileira, observaram que durante a aplicação do fogo ocorrem perdas consideráveis de nutrientes por volatilização, e posteriormente, por lixiviação. Fujisaka & White (1998) verificaram que esse sistema de manejo tem gerado uma série de problemas como erosão, degradação dos solos, emissões de carbono para atmosfera e perda da biodiversidade.

Contrapondo-se a esses posicionamentos, existem estudos que enfatizam os aspectos positivos da agricultura itinerante, no que diz respeito, aos serviços ambientais prestados por esse tipo de manejo. Para Coutinho et al. (2004) afirmam que para este sistema possuir uma resposta positiva é necessária à manutenção de áreas florestadas nas propriedades, afim de que o tempo do pousio seja menor em vista do crescimento da vegetação secundária, permitindo a ciclagem de nutrientes, promovendo a recuperação do solo. Segundo Oliveira (1999) o pousio mantém a sustentabilidade ambiental da exploração agrícola ao longo do tempo, já que os processos erosivos são minimizados. Kleinman *et. al.* (1996) em estudos

conduzidos na Indonésia, concluíram que o corte e a queima não reduziram a fertilidade do solo, pois indicadores como matéria orgânica, capacidade de troca catiônica (CTC), nitrato e P total, não foram alterados. Kanashiro & Denich (1998), o pousio é positivo em relação ao aumento do estoque de nutrientes através do acúmulo de biomassa das plantas.

Em estudos conduzidos na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, no distrito de São Pedro da Serra, localizado no município de Nova Friburgo, Santos (2009) identificou através de dados do potencial matricial na comparação entre área com solo sem cobertura e área sob manejo de pousio que este último apresentou uma drenagem mais elevada que o solo sem cobertura. Além disso, Santos (2009) também demonstra que o solo sob manejo de pousio também apresentou maior condutividade hidráulica denotando a influência da cobertura vegetal nesse sistema. Esse fator demonstra a funcionalidade hidrológica deste tipo de manejo. Isso foi comprovado através de outros estudos desenvolvidos nesta mesma área experimental. Como evidenciado por Salgado et al. (2010) que demonstraram a eficácia do sistema de pousio no sentido de evitar perdas, tanto de solo quanto de água, principalmente, na comparação com solos sem cobertura, onde foram encontrados os maiores incrementos na perda destes insumos.

Os resultados encontrados por Costa et al. (2009) na análise da retenção hídrica do compartimento de serrapilheira na mesma região reforçam a eficiência do sistema de pousio no controle hidrológico, pois estes apresentam capacidade de retenção hídrica muito próxima da encontrada no componente florestal.

De acordo com Mendes (2006) do ponto de vista geotécnico, o sistema de pousio apresenta algumas características que promovem a estabilidade de encostas. Para o autor os usos e pousios das coberturas vegetais nas encostas garantem uma proteção mecânica do solo, por meio das diferenciadas arquiteturas radiculares em cada espécie vegetal produzida, além da proteção aérea pelas “copas” na interceptação pluviométrica. Entretanto, os períodos entre usos e pousios das coberturas vegetais, podem comprometer a estabilidade das encostas, principalmente, quando ocorre o uso intenso dessas áreas. Chaves (2009) demonstrou ao estudar o manejo de pousio em idades diferenciados (PO – 4 a 7 anos e PO – 10 a 12 anos) em comparação com a floresta (FL – 50 a 70 anos), que

a precipitação interna ou terminal diminui a medida em que a vegetação atinge estágios sucessionais mais avançados ao passo que o inverso acontece no que diz respeito a interceptação que aumenta a medida que a vegetação apresenta-se com estrutura mais adensada.

É possível observar que o tempo de regeneração é fundamental para o funcionamento pleno desse tipo de manejo, já que o restabelecimento das características edáficas do solo e a refuncionalização do sistema para utilização agrícola dependem desse intervalo no manejo. A diminuição do tempo de pousio florestal acelera o processo de degradação dos solos cultivados, além de forçar a abertura de novas áreas em remanescentes de florestas nativas (LANDI & DUBOIS, 2004).

Essa prática de agricultura tão antiga e comum, principalmente nos ambientes tropicais, tem esbarrado em um forte componente legal que proíbe em certos casos e limita a sua utilização. Isso tem implicado na redução cada vez maior do tempo de pousio ou no abandono dessa prática o que seria temerário, já que a fauna e a flora tropicais dependeriam desses ciclos de distúrbio para manter sua diversidade. Esse processo tem sido crucial para a introdução da pastagem nas regiões rurais com o intuito de preservar a área agricultável dentro das propriedades. Tal circunstância tem sido um implicador direto na predominância das gramíneas nas áreas rurais, e conseqüentemente, na transformação da paisagem desses ambientes.

2.6.

Pastagem um uso preponderante nas paisagens rurais.

As pastagens, quando bem formadas, bem conduzidas e bem exploradas constituem um processo eficiente no controle à erosão e na melhoria dos solos, pois a maior parte dos elementos minerais da forragem consumida pelo gado que pasta é devolvida diretamente ao solo. Além do mais, a decomposição das raízes das gramíneas incorpora húmus ao solo, que por sua vez transforma a fração mineral do solo em formas mais assimiláveis pelas raízes (MORAIS, 2011).

De maneira geral o pasto reúne todas as características protetoras do solo, sendo consideradas como as espécies mais úteis a sua conservação. A parte área

forma um tapete que cobre completamente a camada superficial, e o sistema radicular fasciculado prende as partículas de solo de tal maneira que a perda de solo por erosão é quase nula (DECHEN e LOMBARDI NETO, 1981). Silva e Mileniczeck (1997) atestam que resguardadas as peculiaridades dos seus mecanismos e da ação do seu sistema radicular, as pastagens podem ser usadas como plantas recuperadoras da estrutura do solo em áreas degradadas.

O manejo dos animais sobre as pastagens naturais implica modificações nas propriedades físicas do solo a médio e longo prazos (ALDERFER & ROBINSON, 1947). A pressão aplicada pelo pisoteio dos animais ocasiona alterações na densidade aparente e porosidade do solo, especialmente nos primeiros 3 a 6 cm de profundidade (Gradwell, 1966). Provavelmente, ocorrem também modificações na resistência dos agregados e infiltração de água no solo. Tais alterações nas propriedades físicas do solo podem refletir no desenvolvimento do sistema radicular e produção de massa da parte aérea das pastagens (FEDERER et al., 1961; GRADWELL, 1966).

Ildegardis et. al. (1998) observaram em áreas de pastagens, uma significativa diminuição da taxa de infiltração de água no solo, além de uma diminuição da porosidade e diâmetro médio ponderado dos agregados e de aumento da densidade aparente do solo. O pastejo indiscriminado, sem adequado manejo das pastagens naturais, pode provocar, ainda, um empobrecimento do solo por erosão hídrica pela diminuição da cobertura superficial. Porém, Fidalski et. al. (2008), observaram que o pastejo, com controle da taxa de lotação animal em função da produção de forragem, não compromete a qualidade física do solo. E ainda apontaram a capacidade de armazenamento de água do solo como um indicador sensível para se avaliar os efeitos da intensificação da utilização da pastagem sobre a qualidade física do solo.

Em ambientes de pastagens, grande parte do sistema radicular das gramíneas concentra-se nos primeiros centímetros do solo (aproximadamente 40 cm), o que garante maior aporte de matéria orgânica nas camadas superficiais (COSTA et al., 2000). No entanto, avaliando a dinâmica do sistema radicular em resposta a regimes de desfolha, Corsi et. al. (2001) mostram que o material orgânico advindo do sistema radicular de plantas forrageiras tropicais apresenta

baixas taxas de decomposição, devido à presença de compostos resistentes à degradação (lignina, polifenóis, dentre outros) e uma larga relação entre carbono e nutrientes. Dessa forma, o aumento no teor de C nos solos sob pastagem pode estar mais ligado à qualidade do material orgânico a ser degradado do que à quantidade de material produzido nos diferentes ambientes, o que pode garantir maior permanência do C em um sistema em detrimento do outro.

De um modo geral, a pastagem é um tipo de uso do solo bastante complexo, que deve ser estudado levando-se em consideração suas particularidades em cada sistema de manejo, pois cabe lembrar que a pastagem tem se configurado enquanto a via de negociação técnica utilizada pela maioria dos produtores rurais em áreas próximas a Unidades de Conservação já que a legislação que envolve esse uso (UCs) proíbe e restringe as práticas agricultáveis utilizadas pelas populações locais, pois é através da substituição da mata nativa pela pastagem que agricultores conseguem manter áreas dentro de suas propriedades para o desenvolvimento de plantios comerciais. Esse tipo de uso cobertura também tem sido de grande serventia para a especulação imobiliária devido às novas atividades desenvolvidas no ambiente rural, como por exemplo, o turismo que tem cada vez mais aumentado o valor da terra nessas áreas.

2.7. Erosão um agente modelador da paisagem.

Os processos erosivos estão intimamente ligados a relação solo-água-planta, onde qualquer alteração nesse sistema pode acarretar inúmeros problemas, principalmente, nas regiões tropicais úmidas, onde os índices pluviométricos são elevados e muitas vezes concentrados em determinadas épocas do ano, trazendo como resultado a erosão e a conseqüente degradação dos solos. O solo é um recurso natural que tem um papel destacado dentro dos ecossistemas terrestres e, estando nesta posição, recaem sobre ele as mais variadas formas de degradação, como a erosão hídrica, que é um dos aspectos mais importantes a ser considerado com relação ao seu uso e manejo (SILVA et. al., 1999).

Segundo Bertolino (2004) o manejo inadequado e o uso excessivo de equipamentos agrícolas vem sendo uma das causas principais da degradação dos solos e, conseqüentemente, a causa da diminuição da sua produtividade e

fertilidade. A erosão constitui-se em um problema físico, social e econômico, resultado, muitas vezes, da má utilização do solo pelo homem. Dentre os problemas relacionados à degradação dos recursos naturais, a erosão dos solos é um dos que tem causado o maior volume de danos, tendo como principais fatores para seu progressivo aumento do uso e manejo inadequado das terras, causando a progressiva destruição de suas propriedades, além de danos ambientais como o assoreamento e a poluição dos cursos d'água (SOUZA, 2002).

Bertoni e Lombardi Neto (1999) destacam que a erosão consiste no desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água, vento e geleira. De fato, é um processo natural que pode ser acelerado pela ação antrópica. Este processo de desagregação, transporte e deposição de materiais oriundos de rochas e solos (DUNNE E LEOPOLD, 1978), traz como consequência a perda de solos agricultáveis e o assoreamento de cursos de água.

No que se refere às perdas anuais de precipitação, os números indicam uma tendência para as perdas de umidade do solo relacionadas ao escoamento superficial das águas das chuvas, em torno de 50 a 60% do total de precipitação anual para as regiões úmidas (BRADY, 1989). Segundo afirmações desse autor, o fenômeno de erosão dos solos aparece com uma intensidade destrutiva maior que o próprio processo de lixiviação, levando em consideração as perdas de água e nutrientes ocorridas ao longo do evento chuvoso. Somente no Brasil, as estimativas sobre as perdas de solo por erosão laminar levantadas por Bertoni & Lombardi Neto (1999), giram em torno dos 500 milhões de toneladas por ano. Tal valor representa uma degradação de 15 cm de superfície dos solos, para cada 280.000 hectares.

Alvarenga et al. (1998) alerta que devemos pensar os processos erosivos, levando em consideração que este é o principal elemento modelador da superfície terrestre, determinando tanto a formação como o comportamento mecânico dos mantos de solo e rochas. A movimentação da água na superfície do solo aparece como fator primordial da atividade erosiva, acarretando as perdas dos horizontes e camadas mais externas do perfil, seguindo as rotas preferenciais dos fluxos superficiais ou subsuperficiais, associados aos diversos mecanismos erosivos-depositivos (GUERRA, 1994).

A erosão dos solos é um processo que se dá em fases distintas: uma que constitui a desagregação e remoção de partículas, geralmente pela ação das águas através do impacto das gotas de chuva e ação dos ventos, e outra que é o transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos para um ponto no declive ou em regiões de depressão. Quando não há energia suficiente para continuar ocorrendo o transporte, uma terceira fase acontece que é a deposição desse material, de forma seletiva onde as partículas mais grosseiras são depositadas primeiras e as mais finas são levadas em suspensão (GUERRA, 1994).

Pereira e Filho (2009) os processos de erosão hídrica são fortemente afetados pelos materiais de superfície, topografia, sazonalidade das chuvas e cobertura vegetal, e podem ser potencializados pelos distúrbios ocorridos no solo, tais como o uso da terra e seus respectivos manejos. Já Zachar (1982) coloca que as principais condições que afetam a erosão são as propriedades do solo, o tipo de relevo e da vegetação, além do tipo de solo e o seu uso.

A ação da chuva é um importante agente para o início da erosão hídrica, pois a partir dela, ocorre a desintegração dos agregados do solo em partículas menores, sendo que a quantidade de solos desestruturados aumenta com a intensidade da precipitação, velocidade e com o tamanho das gotas. Além de ocasionar a liberação de partículas que obstruem os poros do solo, o impacto das gotas tende também a compactá-lo, ocasionando o selamento da superfície e, conseqüentemente, reduzindo a capacidade de infiltração da água. Esgotada essa capacidade de retenção superficial, a água começa a escoar e, associado a esse escoamento superficial, ocorre o transporte de partículas do solo (PRUSKI, 2008).

Então o processo erosivo se desencadeia a partir de uma série de variáveis, dentre as quais o uso cobertura acaba assumindo uma carga de importância relevante, pois constituem a camada de proteção do solo em relação à dinâmica do trabalho erosivo da precipitação. De fato, outras variáveis estão associadas a esse fenômeno natural, como características do relevo, geologia, etc., no entanto as formas de apropriação e uso do solo assumem cada vez mais um papel preponderante na análise da erosão.