

ECOLOGIA VEGETAL

O PROGRAMA

PARTE 1

1. A VEGETAÇÃO

- 1.1. Definição
- 1.2. Natureza e evolução
- 1.3. Classificação
- 1.4. Estrutura e composição
- 1.5. Dinâmica populacional

PARTE 2

2. FACTORES AMBIENTAIS

- 2.1. Luz
- 2.2. Temperatura
- 2.3. Agua
- 2.4. Solos
(nutrientes)
- 2.5. Ventos
- 2.6. Fogos
- 2.7. Alguns factores bióticos

PARTE 3

3. RELAÇÕES BIOTA/AMBIENTE

Definir nicho ecológico

3.1. Efeitos do clima sobre a vegetação

- a) Distribuição geográfica das formações vegetais
- b) Catenas

3.2. Recursos e condições

- a) Definições
- b) Recursos (nutrientes, água, luz)
- c) Condições (temperatura, água)
- d) Efeitos dos factores do meio sobre a vegetação
 - Temperatura
 - Agua

Luz
Nutrientes
Vento
Fogos
Outros factores bióticos

3.3. Maneio dos factores ambientais para fins agrícolas

CRITERIOS DE AVALIAÇÃO

2 TESTES ESCRITOS (TE)

2 PRATICAS (P)

1 REVISÃO BIBLIOGRAFICA (RB)

$$MF = ((TE1+TE2)*2 + P1+P2+RB)/7$$

$$NF = (MF+NE)/2$$

MF = Média da frequência

NF = Nota final

NE = Nota do exame

TE1 - abarca a parte 1 e 2

TE2 - abarca a parte 3

P1 - prática de campo (Marracuene)

Métodos de medição da vegetação

Ordenação e análise de dados

P2 - prática de laboratório

Efeito dos factores do meio sobre a vegetação

RB - Maneio dos factores ambientais para fins agrícolas.

TRABALHOS PROPOSTOS PARA REVISÃO BIBLIOGRAFICA

1. Controle de infestantes na agricultura
2. Shifting cultivation (agricultura itinerante)
3. Culturas consorciadas
4. Época de plantio e colheita
5. Agricultura de regadio
6. Agricultura de sequeiro
7. Monocultivos (agricultura)
8. Adubação de culturas
9. Maneio de formações florestais secundarias
10. Monocultivos (florestas)
- 11.
- 12.

Índice geral proposto

- i) Introdução
 - . definição do trabalho e dos objectivos gerais
- ii) Princípio ecológico
 - . explicar o(s) princípio(s) ecológico(s) do funcionamento do sistema.
- iii) Requisitos para um bom funcionamento
 - . indicar e discutir as premissas (os factores e a sua combinação) para o êxito na actividade.
- iv) Factores limitantes
 - . indicar e discutir os factores ecológicos que dificultam o processo.
- v) Vantagens e desvantagens do sistema

vi) Recomendações

. indicar e esclarecer com base no estudo, se poderia recomendar a aplicação do sistema e, em caso afirmativo, em que condições (indicar sítios de Moçambique).

PROGRAMA CALENDÁRIO DA CADEIRA DE ECOLOGIA

TEMA	DATA	HORAS	T/P
Introdução a cadeira Critérios de classificação Conceitos gerais	10-2	2	
Vegetação Definição, natureza e evolução	12-2	2	
Vegetação: Classificação Critérios, Tipos, Classificações vegetais de Moçambique	17-2	2	
Estrutura e composição das formações vegetais mais importantes de Moçambique	19-2	2	
Atributos de comunidade: densidade, frequência, cobertura, dominância, importância, equitabilidade, diversidade de espécies	24-2	2	
Dinâmica populacional: natalidade, mortalidade, padrões de distribuição espacial	26-2	2	
Tabelas de vida Crescimento tipo J e S	3-3	2	
Capacidade de carga Funções de crescimento de Lotka-Volterra	5-3	2	
Métodos de medição da vegetação Relevé, biomassa, produtividade	10-3	2	P
Migração e dispersão	12-3	2	
2. FACTORES AMBIENTAIS Recursos: água, luz, espaço	17-3	2	
Condições: Temperatura, nutrientes,	19-3	2	
Solos e nutrientes	24-3	2	
Análise dos dados de campo	26-3	2	P
Ciclos bio-geo-químicos	31-3	2	
TESTE ESCRITO Nº1	2-4	2	A
Ventos Fogos	7-4	2	
Factores bióticos e antropogénicos	9-4	2	

Nicho ecológico e realizado	14-4	2	
3. INTERAÇÕES ENTRE ORGANISMOS Cadeias alimentares	16-4	2	
Competição intraespecífica	21-4	2	
Competição interespecífica	23-4	2	
Processos dependentes de densidade	28-4	2	
Efeito da densidade no crescimento, reprodução e rendimento	30-4	2	
Predação Dinâmica de populações predador-presa	5-5	2	
Herbivorismo e Comensalismo	7-5	2	
Parasitismo	12-5	2	
Saprotismo e mineralização	14-5	2	
Sucessões vegetais e catenas Conceitos:pioneiro, climax, sucessões vegetais (primária, secundária)	19-5	2	
TESTE ESCRITO Nº2	21-5	2	A
Agricultura itinerante e pousio	26-5	2	
Florestas secundárias	28-5	2	
EXAME FINAL			

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

Bases ecológicas para agronomia e silvicultura

(VERSAO 3.0)
SETEMBRO DE 2003

Por: Almeida Siteo

APRESENTAÇÃO

O presente material é uma tentativa de auxiliar o estudante na redacção de apontamentos de estudo na cadeira de Ecologia. A sua base é a bibliografia que se indica no fim, por isso, não deve ser tomado como o último em Ecologia mas sim um resumo sintético das "**bases ecológicas para agronomia e silvicultura**". Sendo assim, não será de forma nenhuma o último documento de referência mas sim um guia do que se deve ler. Recomenda-se consultar a bibliografia citada no fim do manual para mais detalhes.

Sendo esta uma segunda versão dos "apontamentos" de Ecologia solicita-se aos estimados estudantes que façam uma leitura crítica deste material e que façam chegar ao docente as observações que possam contribuir para a melhoria deste para as próximas turmas.

aas

1. INTRODUÇÃO

Ecologia: conceito

Definição: do grego OIKOS (=casa) + LOGOS (=estudo).

- a) Estudo científico das interações que determinam a distribuição e abundância dos organismos (Krebs, 1972).
- b) Ciência que estuda os seres vivos e o meio ambiente que os rodeia, bem como as relações entre estes.
- c) Ciência das interrelações dos organismos dentro e para o seu ambiente completo.

Existem várias definições do termo ecologia e todas elas apresentam dois termos principais: os seres vivos e o meio ambiente. Porém não é fácil dar uma definição definitiva desta disciplina científica já que engloba um amplo espectro de conhecimentos que devem envolver todos os organismos vivos, desde os seres simples unicelulares até aos complexos seres superiores como o homem; desde o meio em que habita uma colónia de bactérias até uma grande cidade como Nova York; passando, naturalmente pelos factores do meio como a temperatura, precipitação, ventos... e os recursos como os alimentos, água e luz.

O âmbito da ecologia

A Ecologia é uma disciplina central que está relacionada com outras do ramo biológico e ambiental como p.e. a genética, bioquímica, evolução, fisiologia, climatologia como disciplinas de base e outras disciplinas subsequentes, as quais tratam de fazer o uso dos conhecimentos ecológicos para resolver problemas práticos da vida corrente como p.e. controlo de pragas, produção agrícola e silvicultura.

A disciplina de ecologia é muito antiga a ser implementada mas apenas nos finais do século passado foi adoptada como uma disciplina científica. Pois vejamos: se um camponês sabe que deve preparar o solo para a sementeira e que a semente de milho apenas dá bons resultados quando lançada na terra numa determinada época do ano, isso já pressupõe o uso de conhecimentos ecológicos ainda que o camponês o faça sem conhecer o termo ecologia. Pois o acto de preparar a terra significa que ele sabe que existe o fenómeno de competição entre as plantas e, se quiser produzir milho deve eliminar os indivíduos de espécie indesejada; por outro lado, se ele semeia apenas numa determinada época do ano é porque sabe que as chuvas (água) são factor indispensável para a sobrevivência das plantas e por aí em diante. O que o camponês não sabe é definir o termo.

Nesta cadeira, Ecologia, para futuros engenheiros agrónomos e florestais, a ênfase será de dar a ferramenta necessária para o conhecimento dos fenómenos da natureza

(e artificiais) que afectam (positiva ou negativamente) a produção agrícola. Por exemplo: como funciona o mecanismo através do qual as ervas daninhas afectam a produção de milho? Que factores podem contribuir para a distribuição da vegetação natural e, conseqüentemente, influenciar o tipo de cultura que se vai seleccionar para um dado sítio? Como funciona o mecanismo que regula a densidade óptima de sementeira de uma cultura?

Para responder às questões anteriores precisa saber o comportamento e as necessidades da sua cultura e o comportamento do agente (factor ou recurso) que está envolvido e a medida em que este afecta a sua cultura.

A Ecologia, na sua forma original estudava com especial atenção os ambientes naturais, a forma de distribuição dos organismos e a sua abundância em relação aos factores do meio. Actualmente grande parte da superfície terrestre é constituída por ambientes humanizados, entre eles machambas, estradas, cidades, florestas plantadas de espécies introduzidas num meio que originalmente não existiam... Por isso, esta disciplina ultrapassou o seu carácter de estudo dos ambientes naturais para se dedicar também aos ambientes não-naturais.

A ecologia encontra-se dividida em vários ramos de acordo com o meio ambiente (p.e. ecologia terrestre, ecologia marinha) ou de acordo com a classe de organismos ou espécies em causa (ecologia dos insectos, ecologia florestal, ecologia vegetal, ecologia do bambú).

A ecologia vegetal é um grande ramo das ciências ecológicas que abarca todo o reino vegetal e o seu meio ambiente. De facto esta cadeira assim intitulada, não poderá de forma nenhuma cobrir com o suficiente rigor todo este espectro (que inclui desde pastagens, florestas, campos agrícolas, prados), porém tratará de fazer uma abordagem genérica e dar regras gerais aplicáveis na maioria dos casos e os exemplos poderão ser de um ramo qualquer dentro dos subcapítulos desta.

Ecologia como ciência descritiva

Uma das grandes tarefas da ecologia é a descrição (caracterização) da estrutura, composição e distribuição dos organismos num determinado meio num determinado período de tempo. A descrição em si, ajuda-nos a reconhecer as formas de distribuição e as formas dos organismos numa determinada zona, p.e. o reconhecimento duma floresta aberta de *Brachystegia* sp. ou de uma planície. De facto só podemos entender o funcionamento de um ecossistema depois de saber caracterizá-lo e diferenciá-lo de outros ecossistemas.

Ecologia como ciência explicativa

A dinâmica desta ciência começa quando procura dar explicação das variações destas formas vegetais, tentando identificar factores (solos, clima, efeitos de outros

organismos, fogos, inundações, desbravamentos) que explicam o porquê de tais diferenças estruturais nas formações vegetais, p.e. porquê numa floresta ocorre com mais frequência espécies arbóreas do que numa savana?

Ecologia como ciência preditiva

Quando a ecologia procura formas de prever o aparecimento de pragas através do conhecimento das condições óptimas da sua ocorrência usando modelos de predição, esta ciência toma outra dimensão, deixando de tratar apenas do presente e do passado para ajudar a prevenir situações que poderiam causar um grande prejuízo económico ou ecológico p.e. a predição do aparecimento de uma praga pode ser a base para tomar as medidas necessárias para o seu controlo e evitar avultados danos.

Níveis de estudo da ecologia

Existem vários níveis sobre os quais a ecologia pode basear o seu estudo. Exemplo: ecologia da mandioca onde mostra a distribuição natural, zonas de introdução, níveis de produção, tratamentos agrícolas, crescimento, pragas, requerimentos climáticos e edáficos para a sua produção. Neste exemplo estamos a falar de **ecologia de uma espécie**.

Ecologia de indivíduo (organismo) é quando se estuda o indivíduo como um ser isolado sem outros seres ao lado nem interferências alheias. Porém esta situação raras vezes existe na natureza, nenhum organismo vive completamente isolado, no mínimo vive com outros seres da mesma espécie compartilhando o espaço vital e os seus recursos. A este nível, já se fala de **ecologia das populações**. Muito mais corrente, é encontrar grupos de indivíduos de espécies diferentes a partilhar o mesmo meio ecológico e a partilhar os mesmos recursos dando a este nível, a chamada **ecologia das comunidades**.

De facto, para compreender como funciona um sistema precisa saber como funciona cada uma das suas partes em separado e ver como é que cada uma das partes afecta a outra. Cada organismo vivo afecta de alguma forma o meio ambiente em que vive e aos outros seres a sua volta. Desde o mais pequeno microorganismo que causa uma doença mortal a um boi, passando pelos vermes do solo que removem a terra criando condições de penetrabilidade de água e oxigénio às camadas interiores do solo até ao homem que transforma todo um descampado numa cidade ou numa floresta de eucaliptos.

Para fins didáticos, nos próximos capítulos a abordagem será do ponto de vista dos componentes da ecologia, baseando-nos na definição do termo. Assim, a primeira parte irá abordar os seres vivos, neste caso vegetais; a segunda parte irá debruçar-se sobre os factores do meio ambiente que afecta a vegetação terrestre; e a terceira, as relações entre as duas partes.

Na realidade não é fácil fazer uma abordagem ecológica destes assuntos sem que se faça a evidência das relações entre ambas as partes, porém creio que para uma melhor compreensão tentar-se-á tomar este procedimento da melhor forma possível.

2. A VEGETAÇÃO

2.1. Definição

Segundo o dicionário de língua portuguesa, **vegetação** é o aspecto do desenvolvimento das plantas numa região ou país; ou o conjunto de plantas indígenas e exóticas numa região ou país, o que neste caso pode ser o mesmo que flora.

Nos ambientes naturais a vegetação forma complexos estruturais próprios e característicos do tipo de vegetação desde os mais simples, constituídos por apenas uma espécie até os mais complexos constituídos por indivíduos de diferentes espécies.

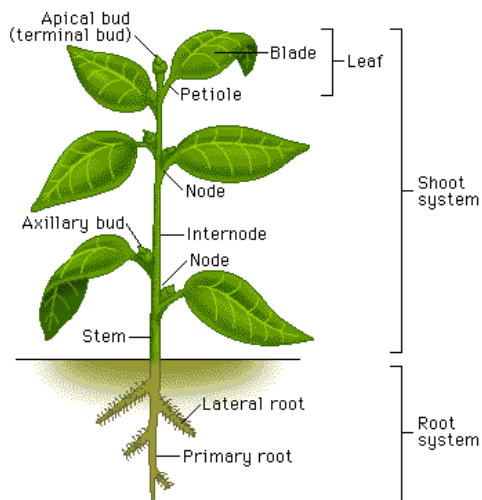
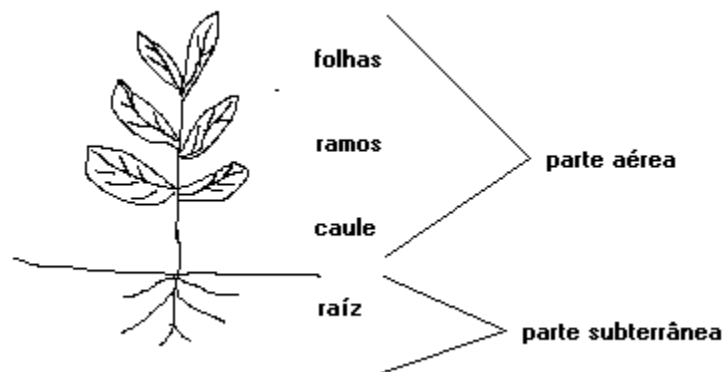


Figura 1. Planta, componente básico da vegetação.

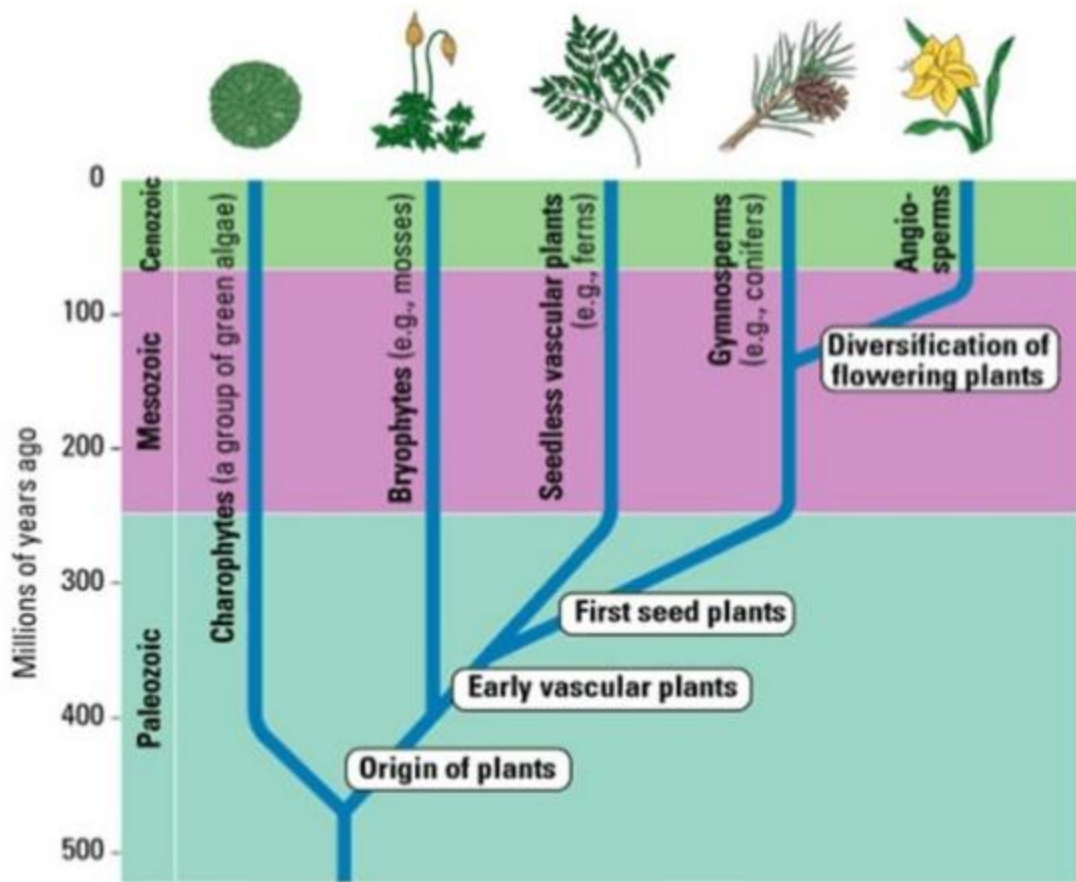
2.2. Natureza e evolução

(gênesis e evolução segundo Marzocca, 1985)

A história geológica da terra compreende quatro etapas: Precâmbrica, Paleozoica Inferior, Paleozoica Superior e Cenozoica (ou moderna). Hoje em dia aceita-se que a era precâmbrica compreende muito mais da metade do tempo geológico total, segundo alguns autores, o período câmbrico que lhe segue, junto com todos os posteriores, apenas alcançaria pouco mais da décima parte do total da história geológica do planeta.

Não parece haverem sido achados restos de plantas vasculares do precâmbrico e o que parece haver existido há cerca de uns 3000 milhões de anos foram algumas bactérias e algas verdes azuladas derivadas de organismos procarióticos, isto é, desprovidos de um verdadeiro núcleo e incapazes de se reproduzir por divisão ou por recombinações. Por seu lado, os restos fósseis de eucariotas (organismos com núcleo e capazes de se reproduzir sexualmente) situam-se entre os 1200 e 1400 milhões de anos.

Para cada era geológica distinguem-se períodos e épocas de duração diferente. A era **Paleozoica** compreende sete períodos: Câmbrico, Ordoviciano, Silurico, Devónico, Carbónico Inferior, Carbónico Superior e Permiano com uma duração respectiva de 70, 70, 35, 50, 20, 45 e 55 milhões de anos aproximadamente. Por sua vez, a era **Mezozoica** compreende três períodos: Triásico, Jurássico e Cretásico com 35, 54 e 71 milhões de anos respectivamente. Finalmente, a era **Cenozoica** (ao fim da qual aparece o homem) distinguem-se dois períodos: o Terciário e o Quaternário, este último compreende duas épocas: o Pleistoceno ou glacial (2.5 milhões de anos) e Holoceno, Pós-glacial ou recente que compreende os últimos 10000 anos.



Copyright © 2001 by Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley.

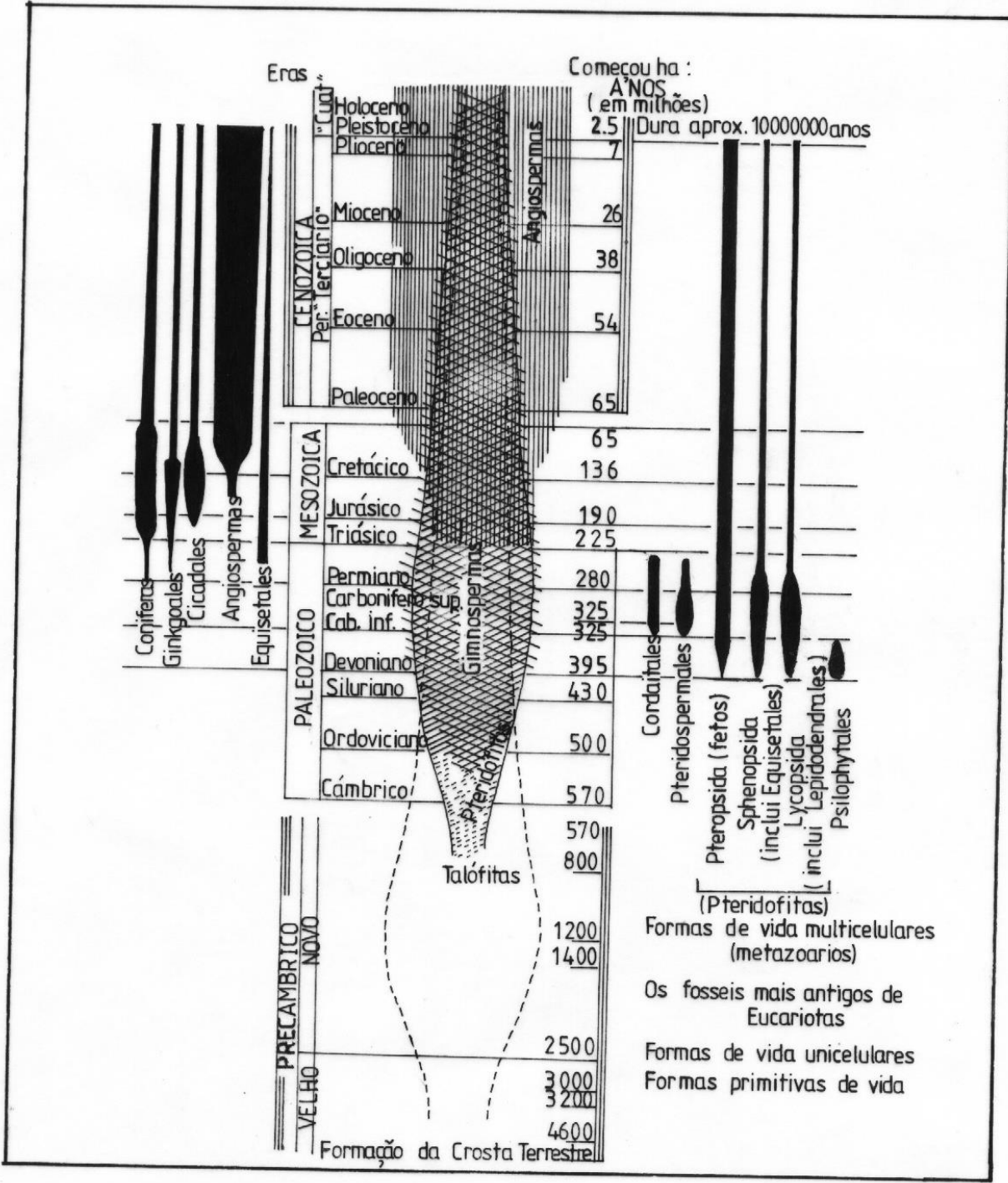




Figura 2. História geológica da vegetação (Marzocca, 1985 pág. 236)

As plantas vasculares apareceram, segundo alguns autores, ao final do período Siluriano (



Figura 2). Foram as Psilofitas, grupo que alcançou o seu máximo na metade do Devónico e que desapareceu no início do Carbónico. Coincidentemente com a diminuição da sua importância, durante o período Devónico Superior começam a aparecer o grupo das Lepidodendrales que predominam durante o Carbónico e não se encontram além do Permiano. Estes períodos da era Paleozoica foram caracterizados pelos fetos arborescentes que formavam grandes florestas, cujas esporas se reproduziram em grande quantidade e constituíram a grande parte do carvão e petróleo existentes actualmente.

As Gymnospermicas tornaram-se abundantes e notáveis na terceira metade da era Paleozoica.

As Angiospermicas aparecem como um novo elemento no Cretácico e constituíram os representantes de maior atracção na flora terrestre e na era Cenozoica terminariam por dominar os fetos e as Gymnospermicas.

Botanicamente há uma pequena diferença entre a composição da flora dominante no Terciário e no Quaternário, porém em ambos casos as Angiospermicas dominam as Gymnospermicas e os Fetos.

Como se pode constatar da história geológica da vegetação, houve plantas que dominaram a superfície terrestre durante certos períodos, mas, mais tarde vieram a reduzir ou até certos casos desaparecer para dar lugar a outras formas vegetais que foram surgindo. Esta constatação leva a concluir que existe uma relação entre a vegetação e os factores do meio ambiente e duma forma particular entre os diferentes tipos de vegetação. Isto é, algumas premissas devem ser cumpridas para que uma determinada espécie vegetal permaneça sobre a superfície terrestre. De acordo com Marzocca (1985) existem quatro atributos principais para a presença de um ser vivo na terra:

- a) O ser nutre-se: assegura a possibilidade de viver.
- b) Reproduz-se: permite perpetuar-se através de seus descendentes e faz com que a espécie permaneça ao longo do tempo.
- c) Cresce: permite desenvolver estruturas de suporte e de nutrição, isto é, permite que o ser tenha a sua expressão e presença.
- d) Evolui: permite variar e transmitir esta variação aos seus descendentes.

- **Nutrição**

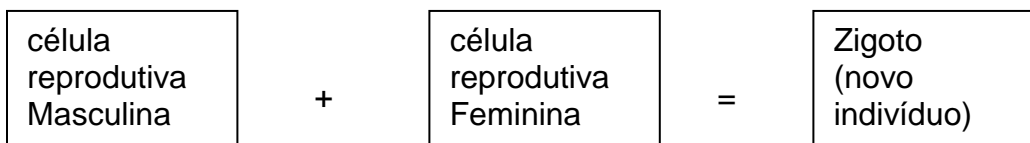
- processo fotossintético
- absorção radicular

- **Reprodução**

(a) Reprodução sexual

Se bem que a reprodução já foi mencionada como um dos três requisitos para a permanência de um determinado ser na terra, neste item é referido como uma das funções vitais.

A reprodução é a forma básica pela qual as plantas mantêm suas populações, adaptam-se às condições cambiantes do meio ambiente e persistem ao longo do tempo.



Nos vegetais com semente (fanerógamas) este processo apresenta o processo de polinização que consiste na fecundação dum óvulo (célula reprodutiva feminina) pelo pólen (célula reprodutiva masculina) para, com o seu desenvolvimento produzir uma semente madura que é, nada mais nada menos, uma planta ainda no estado latente.

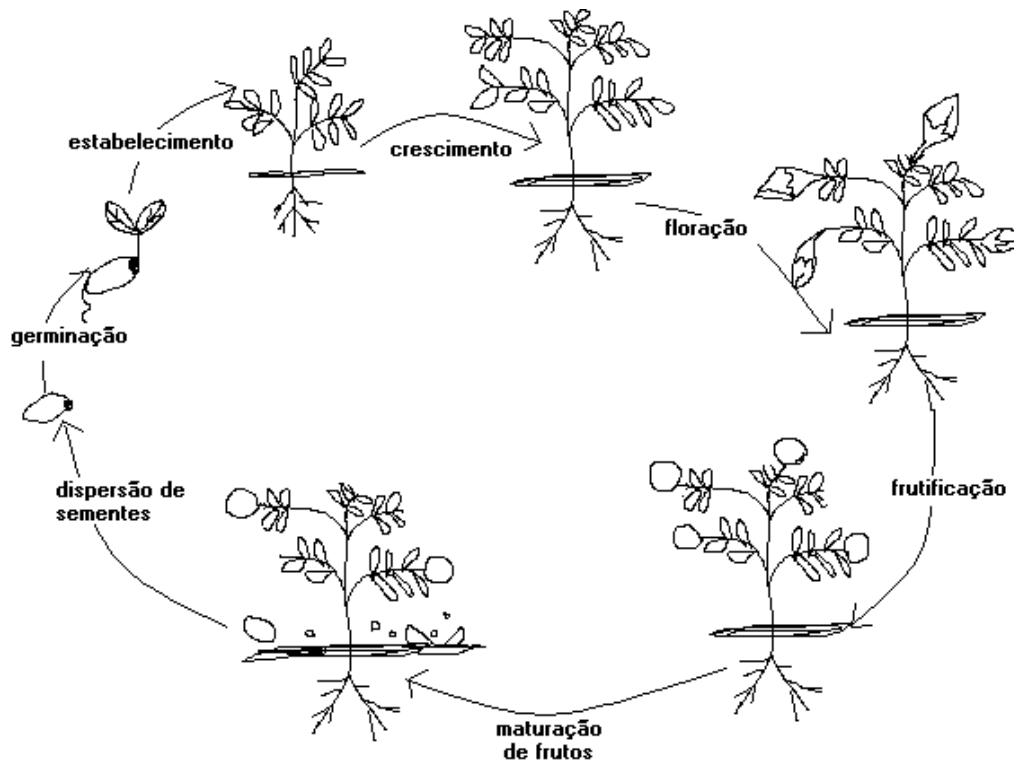


Figura 3. Ciclo reprodutivo de uma planta com semente

O ciclo reprodutivo de uma planta com semente é descrito de uma forma geral da seguinte forma (Figura 3):

- semente: depois de dispersa cai no banco de sementes, normalmente no solo, e aguarda que seja estimulada para iniciar o seu processo de germinação. A semente pode ficar no banco de sementes por longos anos dependendo do tipo de semente e as condições do sítio.

- germinação: é o processo que ocorre depois de criadas as condições para a quebra da dormência da semente. Este processo produz uma plântula que é fisiologicamente activa e os meristemas dormentes iniciam o funcionamento.

- crescimento e estabelecimento: depois da germinação, uma planta necessita um substrato (solo) para se estabelecer. Caso todas as condições para obtenção de luz, água e nutrientes sejam satisfeitas, a plântula estabelece-se e transforma-se em planta adulta.

- floração: depois que a planta se estabeleça num determinado lugar, e as condições para reprodução são satisfeitas, a fase seguinte consiste no desenvolvimento de estruturas reprodutivas. Este processo começa com a produção de

flores (masculinas, femininas ou hermafroditas - conforme o caso).

- frutificação: o desenvolvimento floral produz células reprodutivas (pólen e óvulos) que se devem combinar através do processo de polinização para constituir os frutos - que portam as sementes.

- dispersão: a maturação dos frutos completa também a formação e maturação das sementes que, dependendo do tipo de fruto, são dispersas e estabelecidas no banco de sementes esperando a estimulação para germinar.

Estes passos todos dão-se com muitas condicionantes, pois os factores do meio e a influência de outros seres vivos é decisiva para cada uma das fases, tanto na sobrevivência da planta como na realização do processo reprodutivo (Figura 4).

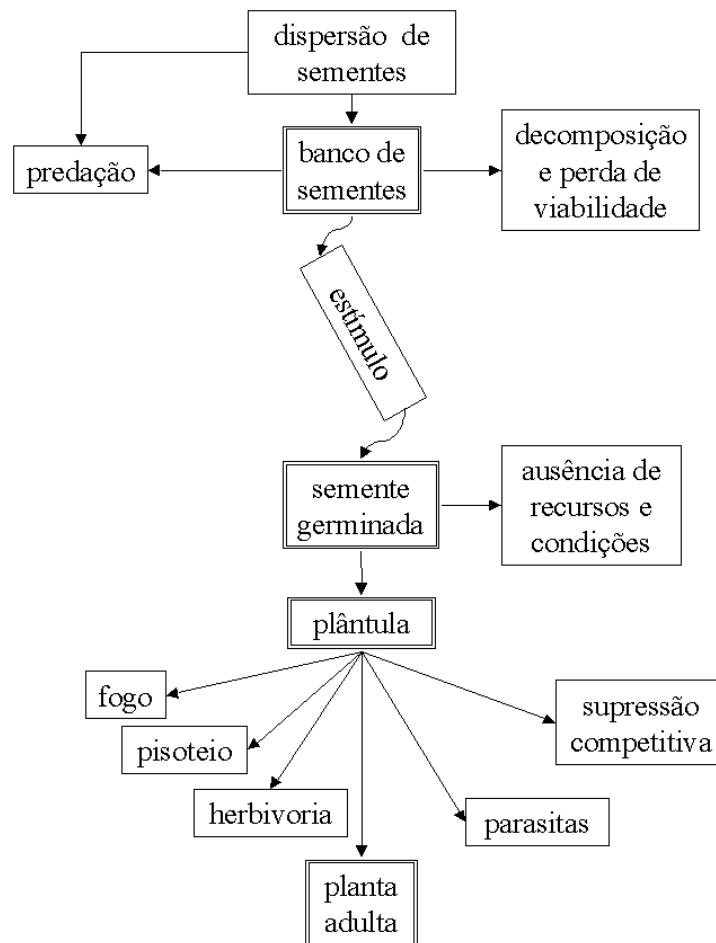


Figura 4. Modelo conceitual da dinâmica do banco de sementes (Adaptado de Spurr e Barnes, 1980)

(b) Reprodução assexual (vegetativa)

É um processo de crescimento pelo qual indivíduos geneticamente iguais são derivados duma planta produzida sexualmente e formam um clone espontâneo. Esta forma de reprodução representa uma importante alternativa de sobrevivência da vegetação às perturbações ambientais.

As angiospermas possuem maior potencialidade de reprodução vegetativa que as gimnospermas. Esta pode ser, provavelmente a razão pela qual a superfície da terra, depois de várias perturbações, tem uma forte predominância de angiospermas (Marzocca, 1985; Spurr e Barnes, 1980).

Teoricamente, qualquer parte vegetal com meristemas activos ou dormentes, separada do resto do indivíduo, está em condições de reconstituir o indivíduo. Em plantas lenhosas a brotação e o enraizamento de estacas são as formas primárias de reprodução vegetativa (Spurr e Barnes, 1980).

• Crescimento

A aparência externa de um indivíduo é o resultado do processo da sua moldagem e constituição. Este processo, conhecido como crescimento, é o resultado da actividade dos meristemas (divisão celular) que promove a distensão dos tecidos:

- distensão em altura e comprimento das raízes: através do meristema primário;
- distensão em diâmetro das raízes, tronco e ramos: através do meristema secundário ou câmbio (para as dicotiledóneas e gimnospermas).

O crescimento não só tem a função de estabelecer as estruturas de suporte e nutrição assim como também é o responsável pelo desenvolvimento das estruturas fotossintéticas e de diferenciação das células reprodutivas.

• Evolução

É dentro da variação transmitida que actua a selecção natural mantendo as modificações que trazem benefício para a espécie e eliminando as que trazem prejuízo. A evolução verifica-se a curto e a longo prazo: é assim que Begon et al (1986) afirmam, e com toda a razão, que "nem todos os indivíduos filhos de um determinado indivíduo são iguais" apesar de, teoricamente terem a mesma possibilidade de herdar as características genéticas dos progenitores. Daí que há indivíduos mais eficientes e outros menos eficientes sobre os quais vai actuar a selecção natural deixando, naturalmente, os indivíduos que melhores capacidades de sobrevivência tiverem.

2.3. Classificação

Desde as bactérias e as algas unicelulares até as gigantescas árvores formadas por milhões de células, existem cerca de 450 mil espécies vegetais, o que sem dúvida indica uma grande diversidade (Jeffrey 1982). Trabalhar com tal número de espécies requer uma certa forma de agrupação para de acordo com certas características de interesse. Deste modo, a Taxonomia, que é parte da botânica sistemática, trata de fazer a classificação destes seres de acordo com as suas características filogenéticas e dar os nomes para sua posterior referência.

O processo de classificação consiste na alocação de objectos parecidos dentro de grupos reconhecíveis. Este facto é importante pois se o grupo não tem uma característica que o distingue dos outros poderia causar confusão e dificultar a utilização da classificação. Jeffrey (1982) explica e exemplifica o processo de classificação como uma necessidade geral do dia-a-dia em que no mercado, por exemplo, os artigos à venda estão dispostos em grupo, desde as frutas, legumes, e carnes. Dentro do grupo dos frutos existe uma subdivisão em tipo de frutos: citrinos, maçãs, etc. Cada um destes grupos é particularmente reconhecido pelos usuários do mercado e facilita a localização destes.

De acordo com o princípio taxonómico os vegetais (o reino vegetal) classificam-se em:

i) Traqueófitas (plantas vasculares): plantas com diferenciação morfológica e anatómica. Estas incluem:

1. Fanerógamas (plantas com flôr) que por sua vez são compostas por

- Angiospérmicas (monocotiledóneas e dicotiledóneas)
- Gimnospérmicas (como os pinheiros)

2. Pteridófitas (fetos e outros vegetais que se reproduzem por esporas)

ii) Plantas sem diferenciação anatómica que incluem:

3. Briófitas (musgos) e as

4. Talófitas (bactérias, líquens, algas, fungos)

A Taxonomia, a qual, como já se indicou, a sua base de classificação é filogenética, com o objectivo de agrupar indivíduos com características semelhantes em níveis taxonómicos (táxon) até chegar ao nível em que não se encontrem mais diferenças significativas: denominação de espécie. Nesta classificação existem vários níveis que variam de acordo com os autores e a seguir se indica um sistema que é aceite:

Exemplo:

Reino VEGETAL
Divisão ESPERMATOFITA
Classe DICOTILEDONEAS
Subclasse
Ordem ROSALES
Família FABACEAE (Leguminosae)
Género Vigna (L.)
Espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp
Subespécie dekindtiana (Harms) Verdc
Variedade pubescens (Wilc.) Marechal
Forma

É importante, porém, referir que sendo a ecologia uma disciplina que lida com os seres vivos, principalmente no seu habitat natural onde os indivíduos (seres vivos) vivem em conjunto com outros da mesma espécie ou de outras espécies a classificação taxonómica não responde cabalmente as necessidades da disciplina. Por isso, outro ponto de vista de classificação deverá ser tomado em consideração para satisfazer outras exigências da disciplina.

Se tomamos um tempo e observamos uma paisagem natural, muito facilmente concluiremos que mostra uma fisionomia característica que a distingue de outras, e um observador leigo pode reconhecer algumas dessas paisagens como: planície, floresta, matagal e por aí fora.

Esta situação é devida a que as plantas não ocorrem apenas ao acaso, mas sim ocorrem como resultado de muitos fenómenos naturais que condicionam a sua presença. Teoricamente, cada planta tem a possibilidade de viver onde "quiser", e expressar-se como melhor "entender". Mas a realidade mostra que, de acordo com os quatro atributos principais (nutrição, reprodução, crescimento e evolução) para a presença de um organismo na terra, esses três atributos devem ser satisfeitos. O requisito básico, a nutrição, muitas vezes é a maior limitante já que os diferentes ambientes apresentam diferentes possibilidades de oferecer alimentos. A reprodução e crescimento são função do primeiro e também de outros factores ambientais. A evolução é a principal "ferramenta" de adaptação a médio e longo prazos segundo a qual a espécie pode ou não adaptar-se às condições cambiantes do meio ambiente.

Assim, podemos concluir que a presença de um indivíduo dentro duma paisagem é resultado de várias forças que interagem. Essas forças são principalmente os factores ambientais dos quais alguns apresentam-se como limitantes e outros a favor,

dependendo das circunstâncias. P.e. o excesso de água no solo pode ser benéfico para o cultivo de arroz e ser malévolos para a cultura de amendoim.

Uma classificação de tipo ecológico necessita agrupar tipos característicos de vegetação de acordo ao lugar da sua ocorrência, da expressão (fisionomia), fenologia e composição. Estes grupos assim classificados são denominados **formações vegetais**. Existem vários critérios de classificação das formações vegetais que podem ser de acordo com os solos (formações edáficas), com os climas (formações climáticas), com a topografia (formações de relevo) e por aí fora, de acordo com o factor tomado como base de referência ou de acordo com o factor de maior influência.

2.3.1. Tipos de classificação de formações vegetais

O princípio básico de classificação é dividindo as regiões de acordo com um determinado parâmetro ou combinação destes começando por um nível muito geral e abrangente, aumentando de intensidade (aumentar os níveis) e/ou incluir outros parâmetros de diferenciação.

Classificação geográfico-climática

Baseia-se nos factores climáticos e a sua predominância (Tabela 1). Normalmente os factores do clima determinam o tipo de vegetação que vai ocorrer numa dada região - daí o tipo de classificação geográfico-climática. Na região tropical o factor de maior influência é a precipitação já que este é o factor que mostra alguma variação enquanto que a temperatura apenas varia como função da altitude (Veja Capítulo 2.2).

Tabela 1. A classificação das florestas tropicais segundo os critérios de clima e regime de precipitação (Lamprecht, 1992).

Regime térmico (T° C)			
Regime pluviométrico	28-22°C Zona Torrida tropical 0-800 msnm	22-14°C Trópico temperado 800-2100 msnm	14-10°C Trópico frio 2100-3200 msnm
Precipitação regular durante o ano	Floresta higrófila perenifólia de baixas altitudes	floresta higrófila perenifólia montana	Floresta higrófila perenifólia serrana ou floresta nublada
Alternância de períodos chuvosos e secos ao longo do ano mes secos < 5	Floresta higrófila caducifólia de baixas altitudes	Floresta higrófila caducifolia montana	Floresta higrófila caducifólia serrana
Alternância de períodos chuvosos e secos ao longo do ano mes seco >5	Floresta xerófila caducifólia de baixa altitude	Floresta xerófila caducifólia montana	Floresta xerófila caducifólia serrana

Esta classificação pode ser útil para um trabalho de muito pouco detalhe em que se pretende ter uma vista muito geral das formações florestais tropicais. Porém, do ponto de vista de utilização é preciso trabalhar com unidades de menor complexidade, assim que uma classificação com base em apenas dois critérios de apenas três níveis não seja suficiente. Por exemplo, se quiséssemos avaliar a vegetação de Moçambique dentro deste critério de avaliação, esta cairia em apenas dois ou três níveis (os de floresta xerófila) ainda que na realidade existam diferenças dentro da vegetação do país.

Existem 2 opções para tornar a classificação mais útil:

a) aumentar os níveis de classificação de cada parâmetro (p.e. no regime pluviométrico poderia indicar se é unimodal ou bimodal, e indicar se é mediterrâneo ou continental (Von Carlowitz et al, 1991).

b) aumentar as variáveis de classificação (p.e. incluir o tipo e densidade da vegetação; ou factores edáficos)

É daí que existem na prática muitos e complexos sistemas de classificação da vegetação que foram adoptados de acordo com as necessidades do momento e do sítio. A nível internacional reconhece-se a classificação da FAO (FAO, 1981) e a da UNESCO (White, 1983). Em Africa Tropical temos a classificação de Yangambi. Para Moçambique temos a classificação da Flora Zambesiaca (Wild e Fernandes, 1968), da Dendrologia de Moçambique (Gomes e Sousa, 1967). Estas classificações usam critérios diferentes e geralmente caracterizam-se por usar uma combinação de critérios. Por exemplo, na classificação de Yangambi temos um tipo vegetal denominado “floresta de montanha” que inclui um termo fisionómico-estrutural (floresta) e um termo geográfico-climático (montanha).

Classificação Fisionómico-estrutural

Esta classificação baseia-se na estrutura fisionómica da vegetação, ou seja, na sua expressão característica. Os factores a considerar nesta classificação são (a) o tipo de vegetação: se é arbórea, arbustiva ou herbácea ou uma mistura destes; (b) a altura e a densidade de plantas bem como as proporções em caso de misturas; (c) a fenologia da vegetação predominante (a caducidade foliar). É necessário referir que neste tipo de classificação os factores climáticos e edáficos estão inteiramente correlacionados, já que são estes os maiores influenciadores desta "expressão" da vegetação (Veja capítulo 2.2, 2.3 e 2.4). Na região Austral de Africa a classificação mais comum deste tipo é a classificação de Yangambi. Esta classificação tem uma base fisionómico-estrutural mas também usa terminologia de classificação climática e edáfica.

Classificação de Yangambi

I Formações florestais cerradas

1. Formações florestais climáticas
 - 1.1. Floresta de baixa e média altitudes
 - 1.1.1. Floresta densa húmida
 - 1.1.1.1. Floresta (densa) húmida sempre verde
 - 1.1.1.2. Floresta (densa) húmida semi-decídua
 - 1.1.2. Floresta densa seca

Os estratos superiores da floresta são mais ou menos totalmente caducifólios. O sub-bosque de arbustos pode ser perenifólio ou caducifólio. A vegetação do solo, graminoso, é descontínua distribuindo-se em forma de manchas.

- 1.1.3. Balcedo (matagal)

Arbustos e árvores de pequeno porte, vegetação espessa, perenifólia ou caducifólia, de difícil penetração, frequentemente interrompida. Camada de gramínea ou herbácea descontínua.

1.2. Florestas de montanha

1.2.1. Floresta densa húmida de montanha

Semelhante ao descrito no 1.1.1 apenas de menor altura e maior ocorrência de briófitas e epífitas.

1.2.2. Floresta densa seca de montanha

Semelhante ao descrito no 1.1.2 apenas de menor altura. Por vezes composta de vegetais esclerofíticas.

1.2.3. Floresta de bambú

2. Formações florestais edáficas

2.1. Mangal

2.2. Floresta palustres

2.3. Floresta periodicamente inundada

2.4. Floresta ripícola (galeria florestal)

II Formações mistas de florestas e gramíneas e formações de gramíneas

1. Floresta aberta (miombo, bosque terra clara)

Floresta rala, camada arbórea caducifólia, de altura baixa a média, as copas tocam-se mais ou menos deixando passar muita luz. A camada de gramíneas é muitas vezes parca ou misturada com ervas e sub-arbustos.

2. Savana

Predominância de vegetação herbácea, camada superior espessa com uma altura de 80 cm ou mais, dominando o estrato das gramíneas. Ocorrem geralmente queimadas anuais. Ocorre alguma vegetação lenhosa na maioria dos casos.

2.1. Savana com floresta rala

Árvores e arbustos formam um docel em geral amplo e ralo.

2.2. Savana arbórea

Árvores e arbustos disseminados.

2.3. Savana arbustiva

2.4. Savana herbácea

3. Estepe

Formação aberta de vegetação herbácea, por vezes acompanhada de vegetação lenhosa. Geralmente não influenciada pelo fogo. Gramíneas perenes, espaçadas, normalmente com uma altura não superior a 80 cm, folhas estreitas, enroladas ou dobradas. Plantas anuais podem estar frequentemente intercaladas entre as plantas perenes.

3.1. Estepe arbórea e/ou arbustiva

Presença de árvores de pequeno porte e arbustos

3.2. Estepe sub-arbustiva

Predomínio de sub-arbustos e arbustos pequenos.

3.3. Estepe de suculentas

Ocorrência frequente de suculentas
3.4. Estepe herbácea e/ou de gramíneas
Ausência total de árvores e arbustos

- 4. Prados
- 4.1. Prado aquático
- 4.2. Prado pantanoso
- 4.3. Prado altimontano

(Adaptado de Lamprecht, 1990 e da Tradução portuguesa da classificação de Yangambi)

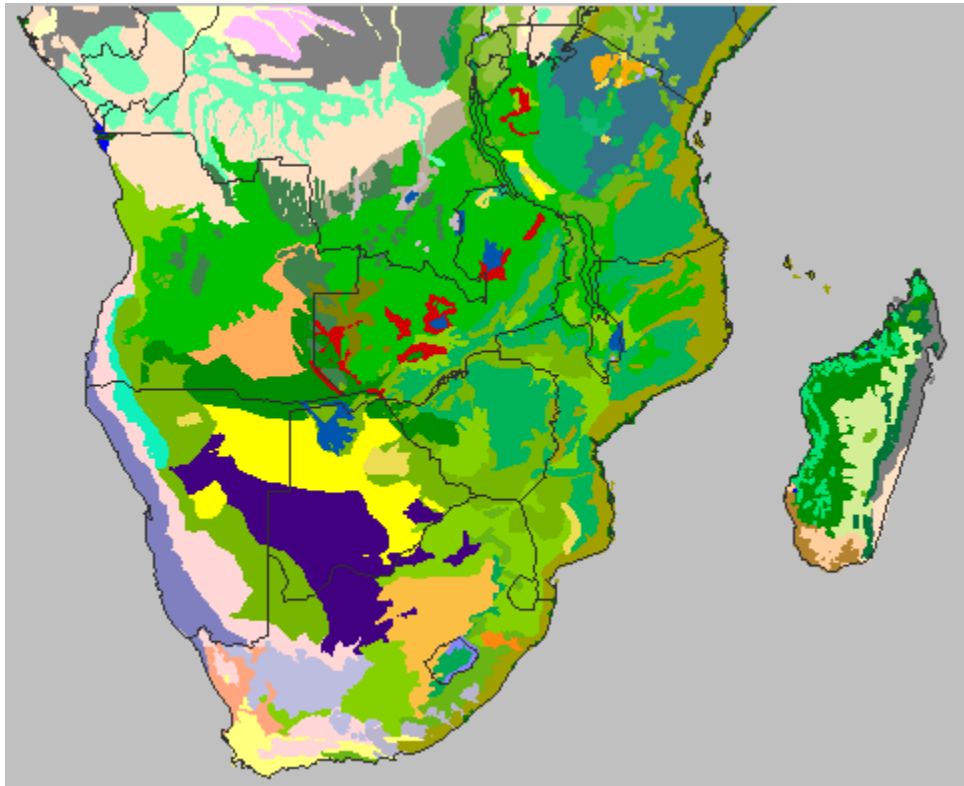


Figura 5. Distribuição geográfica da vegetação da África ao sul do Saara de acordo com White (1980).

Como se vê, as classificações da vegetação são elaboradas para vegetação natural estável. Existem, no entanto, outras formações vegetais que não entram em nenhum dos grupos indicados devido ao seu carácter: (i) ou porque não são naturais - as

machambas agrícolas e as florestas plantadas; (ii) ou porque não são estáveis, são formações de transição que ainda não atingiram uma estabilidade - florestas secundárias e as machambas abandonadas.

A classificação de Yangambi para Moçambique representa a base para todas as outras classificações que se realizaram depois desta. Ainda que apresentem modificações na ordenação ou no nível de complexidade, é fácil notar que a estrutura original provém de Yangambi. São os casos das classificações de Gomes e Sousa (1967) e a usada no Atlas Geográfico de Moçambique (MEC, 1979). Daí, a necessidade de conhecer esta classificação.

Outras classificações, porém, que visam outros objectivos, que não a classificação de formações naturais podem ser elaboradas de acordo com os objectivos. Ex: O Ministério de Agricultura efectuou em 1994 um levantamento da cobertura da terra para com base nisso deliberar as prioridades de uso de acordo com as potencialidades da terra e a distribuição da população visando uma produção sustentada e protecção ambiental (Saket, 1994). Esta classificação inclui as áreas sem vegetação, as machambas agrícolas; distingue entre florestas naturais e plantadas e dentro destas os diferentes níveis de produtividade.

Classificação Florística

As classificações anteriores realizam-se de acordo a critérios de influência numa vasta área e aplicáveis em diversas situações. Porém, estas referem-se ao tamanho, a densidade, a fenologia ou ao clima, mas nada dizem das espécies que ocorrem numa dada região. A classificação florística é uma tentativa de dar mais ênfase neste aspecto. Esta baseia-se na composição florística de cada uma das regiões. Na natureza existem algumas tendências de agrupação entre espécies para conformar uma estrutura característica que pode ser reconhecida como uma formação vegetal. Esta classificação pressupõe o conhecimento prévio das espécies - o que muitas vezes não é fácil. Por outro lado, a quantidade de espécies que ocorrem em diferentes regiões, as diferentes combinações que estas efectuam na natureza, assim como a complexidade dentro das florestas tropicais, requereria uma quantidade enorme de tipos de vegetação que não seriam fáceis de manejar sob o ponto de vista prático. Deve-se referir, porém, que em determinados casos onde não há muita complexidade na vegetação e as espécies podem ser facilmente reconhecíveis, ou em áreas relativamente pequenas, o sistema funciona com perfeição. Ex. a savana de mopane ou o miombo na África Austral.

1.3.2. Formações vegetais de Moçambique

A classificação mais simples da vegetação de Moçambique encontra-se no Atlas geográfico de Moçambique (MEC, 1979) que ilustra com o mapa respectivo a sua distribuição pelo território. Esta classificação apresenta cinco grupos principais da

vegetação natural, e dentro destas as suas respectivas subdivisões. O suplemento da Flora Zambesiaca (Wild e Fernandes, 1968)¹ indica não só as formações vegetais assim como ilustra com as espécies predominantes em cada uma das regiões.

O esquema seguinte, resumido do MEC (1979) pode ser ilustrativo das principais formações vegetais em Moçambique (veja Figura 6). Os números entre parêntesis indicam o número correspondente na descrição de Wild e Fernandes (1968).

1. Florestas

1.1. Florestas Sempreverdes de Montanha (1)²

Encontra-se desde os 1200 a 1600 m.s.n.m. com precipitações de 1700 a 2000 mm por ano. Nas seguintes regiões: Gurué, Milange, Chimanimani, Vumba, Gorongosa e outras zonas altas.

Espécies predominantes: *Khaya anthoteca*, *Erythrophleum suaveolens*, *Albizia* spp. e *Macaranga* spp., entre outras.

1.2. Floresta semi-decídua húmida de baixa altitude (9)

Encontra-se na região sublitoral, na parte norte e sul do delta do Zambeze: em Nicuadala, Namacurra e Maganja da Costa ao Norte e em Cheringoma, Inhaminga e Marrromeu ao Sul.

Espécies predominantes: *Pteleopsis myrtifolia*, *Erythrophleum suaveolens*, *Brachystegia spiciformis*, *Julbernardia globiflora*, e *Hirtella zanguebarica*.

Esta é uma das formações florestais mais ricas e mais diversificadas (veja riqueza e diversidade) de espécies arbóreas de Moçambique.

1.3. Floresta semi-decídua e decídua seca (5 e 6)

Ocorre em várias regiões do país:

(a) Ao sul do Maputo, na reserva de Liquáti com predominância de *Azelia quanzensis*, *Sideroxylon inerme*, *Balanites maughamii*, *Dialium schlechteri*, entre outras.

(b) Na região sublitoral desde a cidade de Maputo até Quissico (Inhambane) com as mesmas espécies predominantes que em a).

¹ Esta publicação apesar de ser antiga ainda continua válida para Moçambique em particular onde não se elaborou um trabalho detalhado capaz de substituir este. Esta informação é sustentada pelo Comité da Flora Zambesiaca (Gerald Pope 1994, comunicação pessoal)

² O número entre parêntesis corresponde ao número indicado por Wild e Fernandes (1968).

(c) Ao sul do rio Save entre Massinga e Vilanculos, com a predominância de *Adansonia digitata*, *Cordyla africana* entre outras.

(d) Outras várias regiões ao norte do país, entre o Rio Rovuma e Macomia; e na região costeira das províncias de Sofala, Zambézia e Nampula.

2. Floresta aberta de Miombo (15-32)

Miombo é o termo usado na Africa Austral para designar as formações florestais compostas à base de espécies dos géneros *Brachystegia* e *Julbernardia* e *Isoberlinia*.

O miombo é a formação vegetal mais comum na África Central e Austral especialmente no Zimbabwe, Zambia, Malawi, Tanzania e Moçambique (Campbell 1996). Ocorre sob diversas formas em quase todo o norte de Moçambique (Cabo Delgado, Niassa, Nampula e Zambézia), no norte da província de Tete, no Oeste da província de Manica e na faixa costeira (sublitoral) desde o norte do Save descendo para o sul até o Rio Limpopo (ver Figura 6).

Nas regiões de média altitude, ocorre o miombo semidecíduo devido a alta pluviosidade enquanto que em sítios mais baixos ocorre o miombo decíduo seco.

3. Savanas arbóreas (em zonas de baixa precipitação)

3.1. Savana de Mopane (35, 50)

Mopane deriva do nome científico da espécie dominante, *Colophospermum mopane*. Ocorre largamente no vale do Limpopo, em toda a região Noroeste da província de Gaza desde o Chókwe até ligeiramente ao norte do rio Save. Outra região é o centro da província de Tete - no vale do Zambeze. Encontra-se associado a espécies como *Acacia exuvialis*, *Combretum apiculatum*, *C. imberbe* e *Commiphora sp.*

3.2. Savana de Imbondeiros

Ocorre na província de Tete ao sul do Zambeze com a *Adansonia digitata* como espécie predominante.

3.3. Savana de Acacia e de folha larga (48....)

Ocorre praticamente em todo o sul do rio Limpopo com predominância de espécies dos géneros *Acacia*, *Albizia*, *Combretum*, *Strychnos*, entre outros.

4. Savanas herbáceas e arbóreas (54)

4.1. Pradaria de aluvião de terras salgadas

Em todas as bacias dos rios principais de Moçambique e com maior ênfase no Delta do Zambeze. A composição específica varia de uma região para outra e da distância ao curso de água.

É comum encontrar espécies herbáceas dos géneros *Cyperus*, *Juncus* e *Thypha* misturadas com algumas árvores dispersas do género *Acacia* e palmeiras como a *Phoenix reclinata*, *Borassus aethiopum*, entre outras.

4.2. Pastagens de montanha e planalto (67)

Principalmente no planalto de Angónia e nas partes mais altas do planalto do Chimoio. As espécies predominantes são capins do género *Panicum*, *Paspalum*, *Hyparrhenia*, entre outros. Encontram-se árvores espalhadas, geralmente do género *Uapaca*, *Parinari*, *Lonchocarpus*, entre outras.

5. Vegetação do litoral (14)

5.1. Mangal (14a)

Vegetação típica das zonas costeiras lamacentas e na foz dos rios. Espécies dominantes são: *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Avicennia marina*, *Lumnitzera racemosa*. Os principais mangais de Moçambique localizam-se em Nampula (129000 ha), Sofala (107000 ha) e Zambézia (105000 ha).

5.2. Brenha costeira (14b)

Em quase toda a costa de Moçambique povoando as dunas de areia. As espécies predominantes são *Mimusops caffra*, *Acacia* spp.

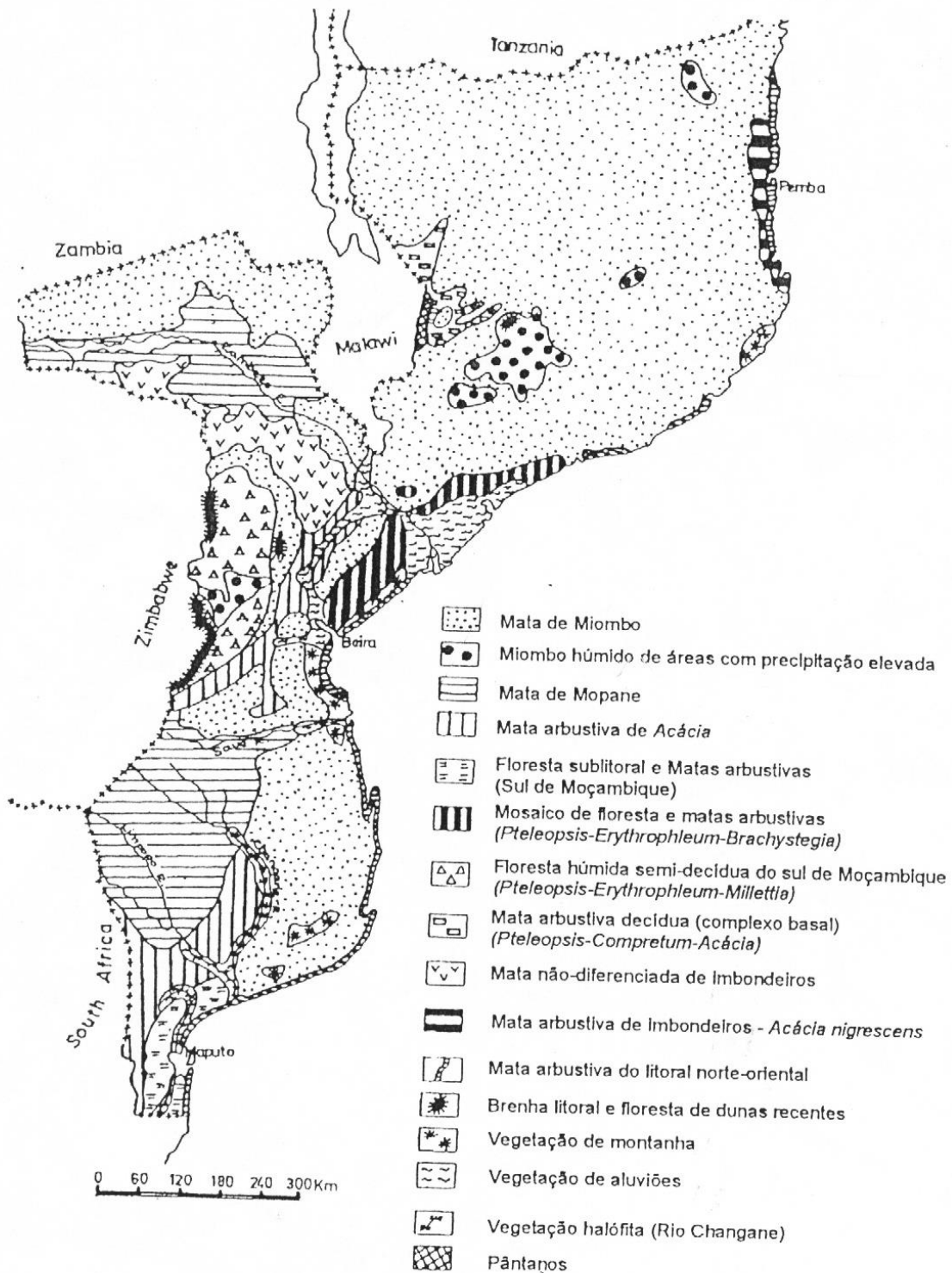


Figura 6. Principais formações vegetais de Moçambique

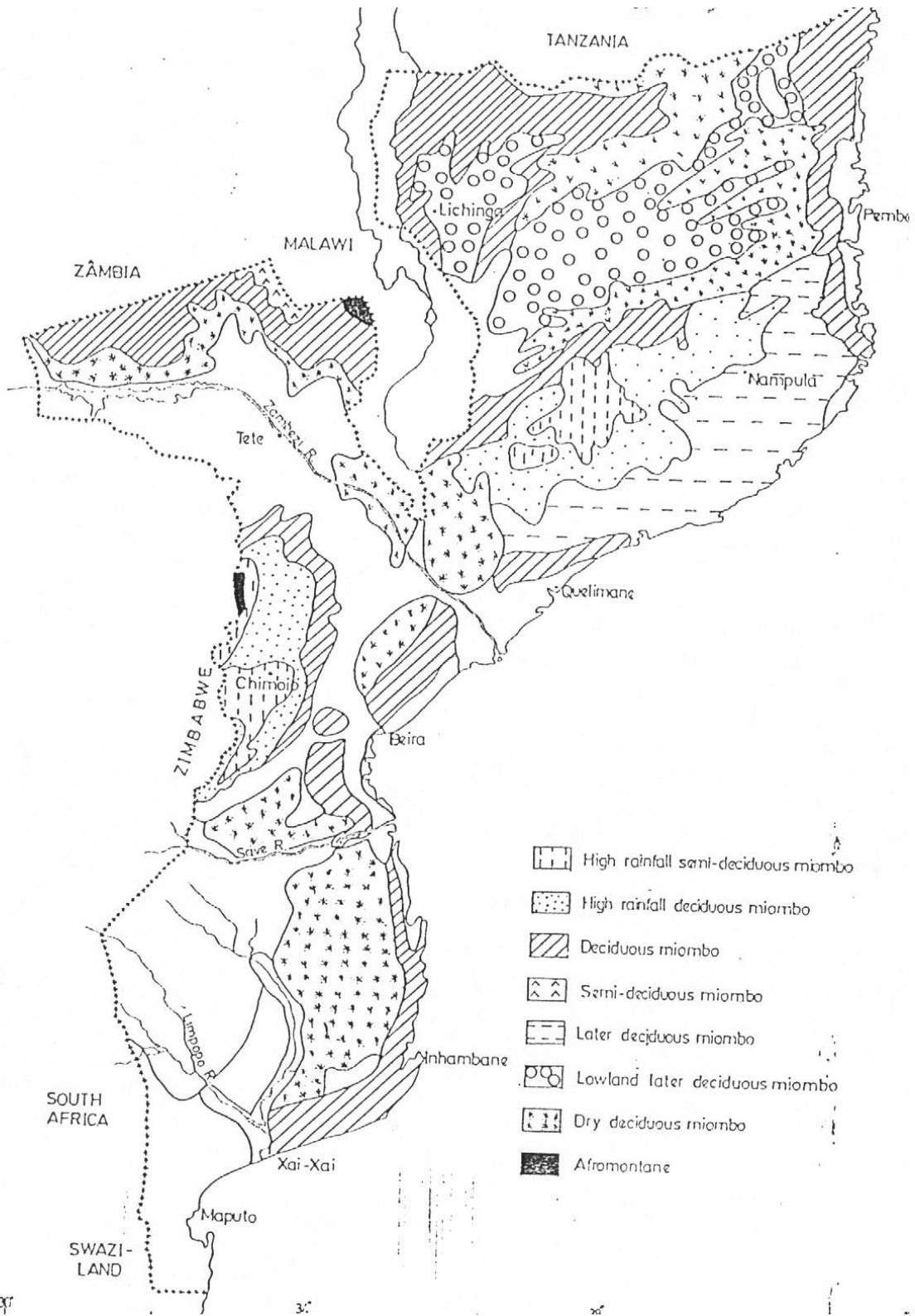


Figura 7. Distribuição das florestas de miombo em Moçambique

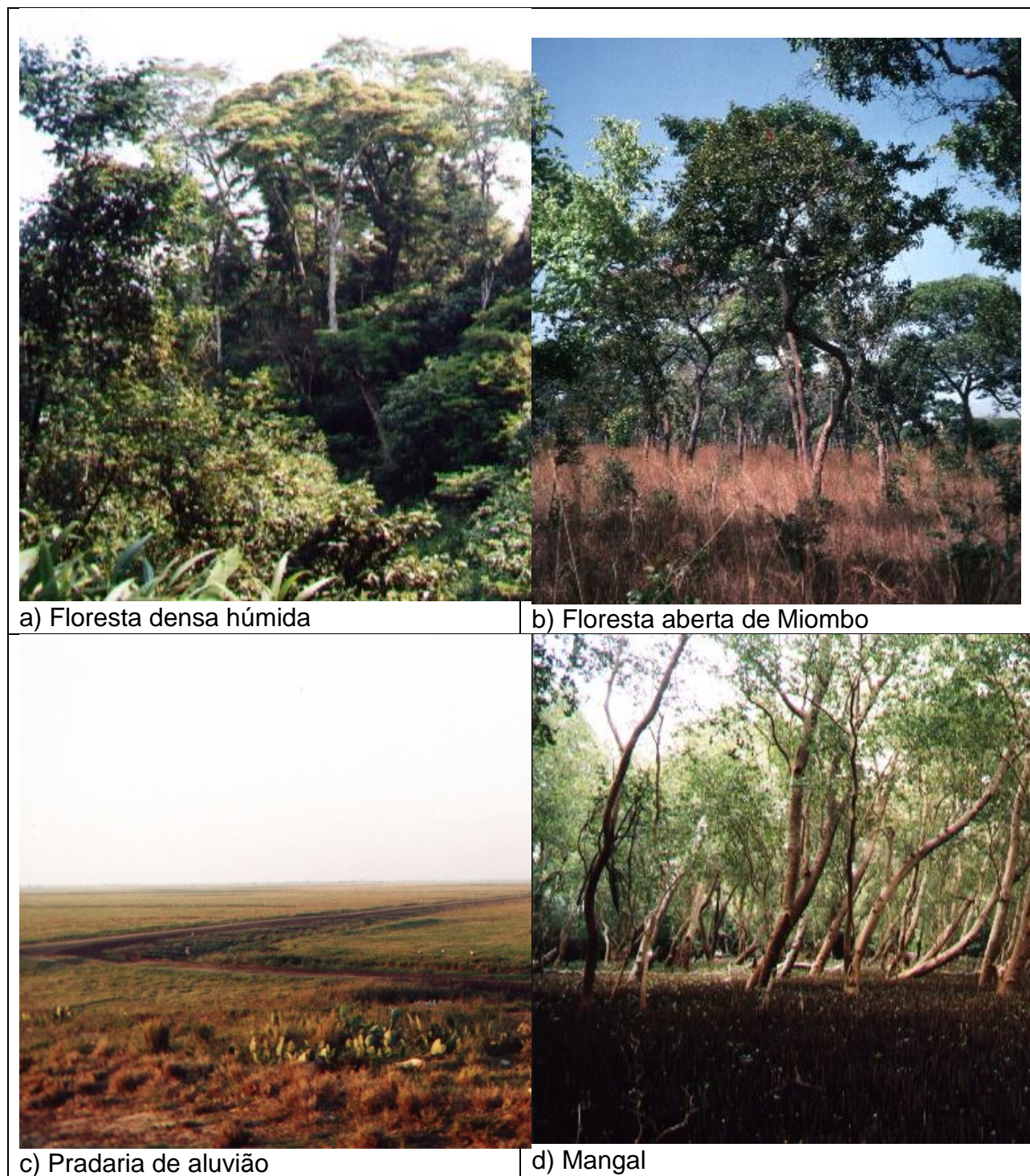


Figura 8. Vista parcial de algumas formações vegetais importantes de Moçambique (a) floresta densa húmida em Chmanimani, Manica; (b) floresta aberta de miombo em Báruè, Manica; (c) pradaria de aluvião no vale do Limpopo, Xai-Xai, Gaza; (d) Mangal na foz do rio Limpopo em Zongoene, Gaza.

2.4. Estrutura e composição da vegetação

A **estrutura** de uma formação vegetal indica as características físicas dos seus parâmetros específicos que a diferenciam de outra formação. Existe uma variação entre as formações, que se encontra descrita nas definições respectivas. Dentro das formações podem existir diferenças estruturais mas não são significativas, p.e. a altura e distribuição de árvores numa floresta aberta do norte de Moçambique deveria ser o mesmo (pelo menos aproximado) ao mesmo tipo de floresta na América do Sul, pois, um pressuposto para que sejam da mesma formação vegetal é que tenha estrutura equiparada.

Pode-se distinguir estrutura vertical e estrutura horizontal dependendo do plano em que se analisa a distribuição de biomassa dentro da área. Estrutura vertical refere-se à variação de biomassa ao longo da altura da vegetação; é pouco frequente este tipo de análise para caracterizar a vegetação. A distribuição horizontal, é a mais frequente e mais fácil de interpretar, expressa a distribuição espacial das plantas numa determinada área. Uma forma clássica de representação da estrutura horizontal é o gráfico de distribuição de frequência de plantas por tamanho (veja Figura 9).

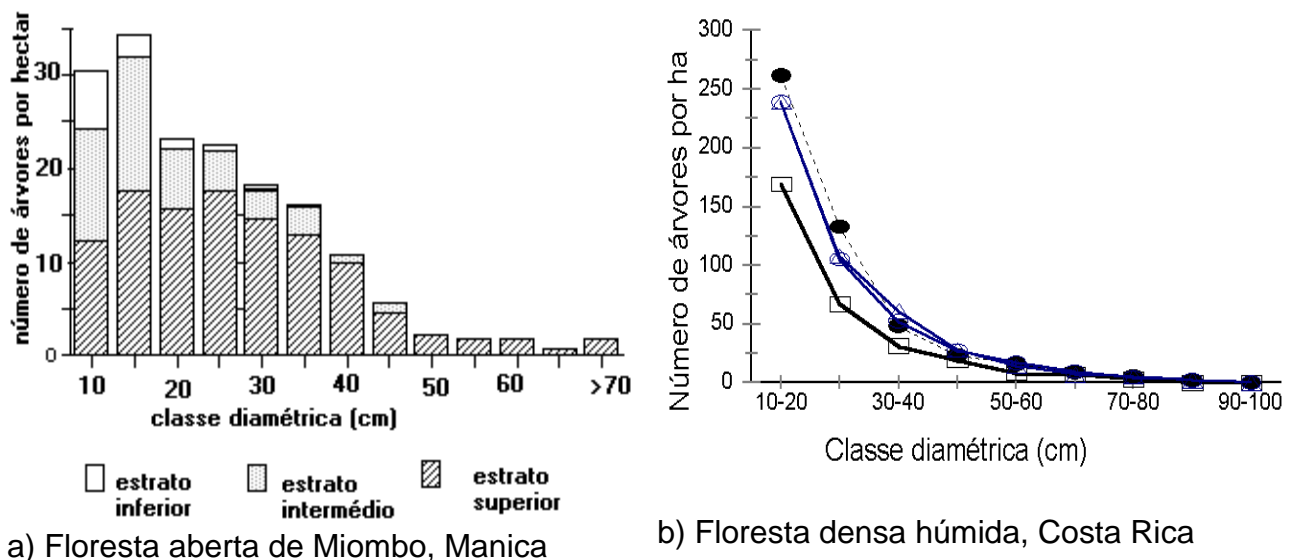


Figura 9. Estrutura horizontal de duas florestas naturais: a) na floresta aberta de miombo, em Manica onde a precipitação média anual é 1500 mm (Siteo 1996); b) na floresta densa húmida de *Pentaclethra* em Costa Rica onde a precipitação média anual é de 4000 mm (Siteo, 2000).

A **composição** dum formação vegetal refere-se às espécies vegetais que se encontram. Enquanto que a estrutura de uma formação vegetal pode ser igual (ou pelo menos equiparada) em diferentes regiões do mundo, a composição varia de um lugar para outro. P.e. uma floresta aberta do sul de Moçambique pode ter a mesma estrutura que uma do nordeste do Brasil, mas devido à distribuição geográfica das espécies, estas não coincidem.

Existem formações mais complexas, compostas por várias espécies diferentes (p.e.

Floresta tropical muito húmida: Costa Rica (Tirimbina) - numa área de 9 ha foram identificadas 256 espécies arbóreas diferentes (dap \geq 10 cm) (Manta, 1989), formações menos complexas como p.e. uma floresta aberta ao norte de Manica - numa área de 4 ha foram identificadas 65 espécies arbóreas (dap \geq 10cm) (Sitoe 1996) e outras formações mais simples compostas por uma espécie apenas ou com dominância de poucas espécies (p.e. matas de cimbirre com presença de *Androstachys johnsonii* apenas; ou as formações de mopane em Tete e ao Oeste de Gaza com predominância de *Colophospermum mopane*) (Gomes e Sousa, 1967).

Na região tropical a complexidade da composição florística varia com as condições ambientais, principalmente a precipitação. Se observamos o mapa da região tropical do mundo verificamos principalmente que:

1º onde há maior precipitação é onde há maiores florestas (mais altura das árvores e maior densidade de árvores).

2º a maior complexidade (maior riqueza e diversidade florística) verifica-se em sítios com maior precipitação.

Em Moçambique encontramos maior complexidade nas regiões de maior precipitação e nas regiões montanhosas, especialmente na base e nas encostas das grandes serras, onde a humidade é elevada (PMA \geq 1200 mm). P.e. em Inhaminga, na Serra de Chimanimani e Serra de Gorongosa - floresta densa de montanha ou de terras baixas - com mais de 60 espécies arbóreas por hectare. Em contrapartida, em sítios áridos (PMA \leq 500 mm) a vegetação não só é mais escassa e baixa, assim como encontra-se menos complexa. P.e. o noroeste da província de Gaza - Savana de mopane - com predominância de gramíneas e *Colophospermum mopane*.

Duma forma geral, a complexidade varia dum formação vegetal para outra. A Tabela 2 mostra dum forma esquemática o gradiente dos factores internos da formação vegetal.

Tabela 2. Variação dos parâmetros internos dum formação vegetal.

Parâmetro	Tipo de vegetação			
	F	FA	SA	SH
Altura total	F	FA	SA	SH
Nº de estratos	F	FA	SA	SH
Nº de árvores/ha	F	FA	SA	-
área basal lenhosa(m ²)	F	FA	SA	-
Volume lenhoso (m ³)	F	FA	SA	-
Biomassa total	F	FA	SA	SH
Nº de spp/ha (arbóreas)	F	FA	SA	-
Nº de spp/ha (herbáceas)	SH	SA	FA	-

→
Direcção de diminuição do parâmetro

F = Floresta
FA = Floresta aberta
SA = Savana arbórea
SH = Savana herbácea

A Tabela 2 mostra que as florestas representam as formações vegetais mais complexas, mais altas, com maior volume e biomassa e quase que exclusivamente compostas de espécies lenhosas. As savanas representam as formações menos complexas, com pouca biomassa total, pouca altura e pouco volume.

Curvas de Área/espécie

Um indicador do grau de complexidade de uma formação vegetal é a curva de superfície/espécie (ou espécie/área). Esta curva é a representação gráfica da frequência acumulada das espécies por área inventariada.

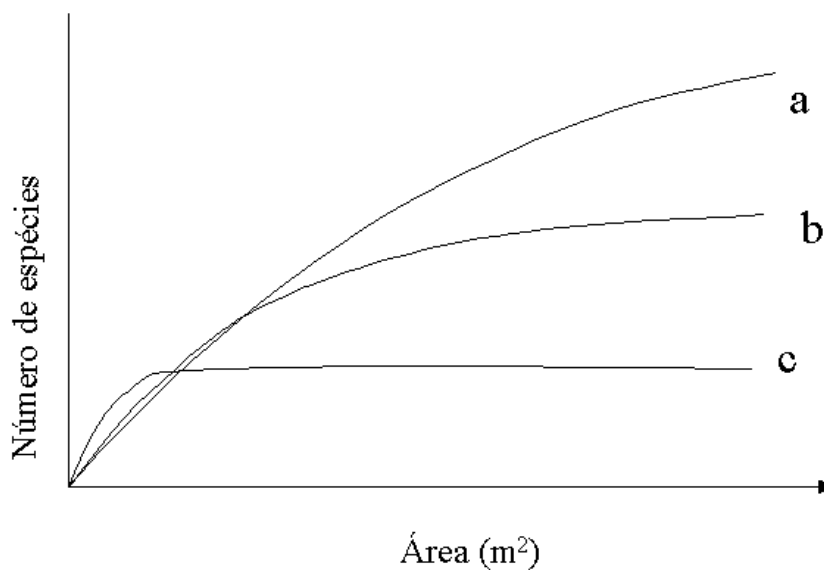


Figura 10. Curva área/espécie de três diferentes formações vegetais. (a) Floresta tropical densa húmida de terras baixas; (b) Floresta aberta semidecídua húmida; (c) Floresta aberta decídua seca.

Da Figura 10 pode-se ver que o gráfico (a) é sempre crescente, ou seja, quanto mais área inventariamos sempre encontramos novas espécies. O gráfico (b) representa um caso intermédio, no qual o número de espécies se bem que não é alto, também não é muito pouco. Amostrando uma área relativamente grande pode-se conseguir encontrar representantes de todas as espécies que ocorrem na região. O gráfico (c) representa uma floresta pouco diversificada na qual numa área muito pequena pode-se encontrar

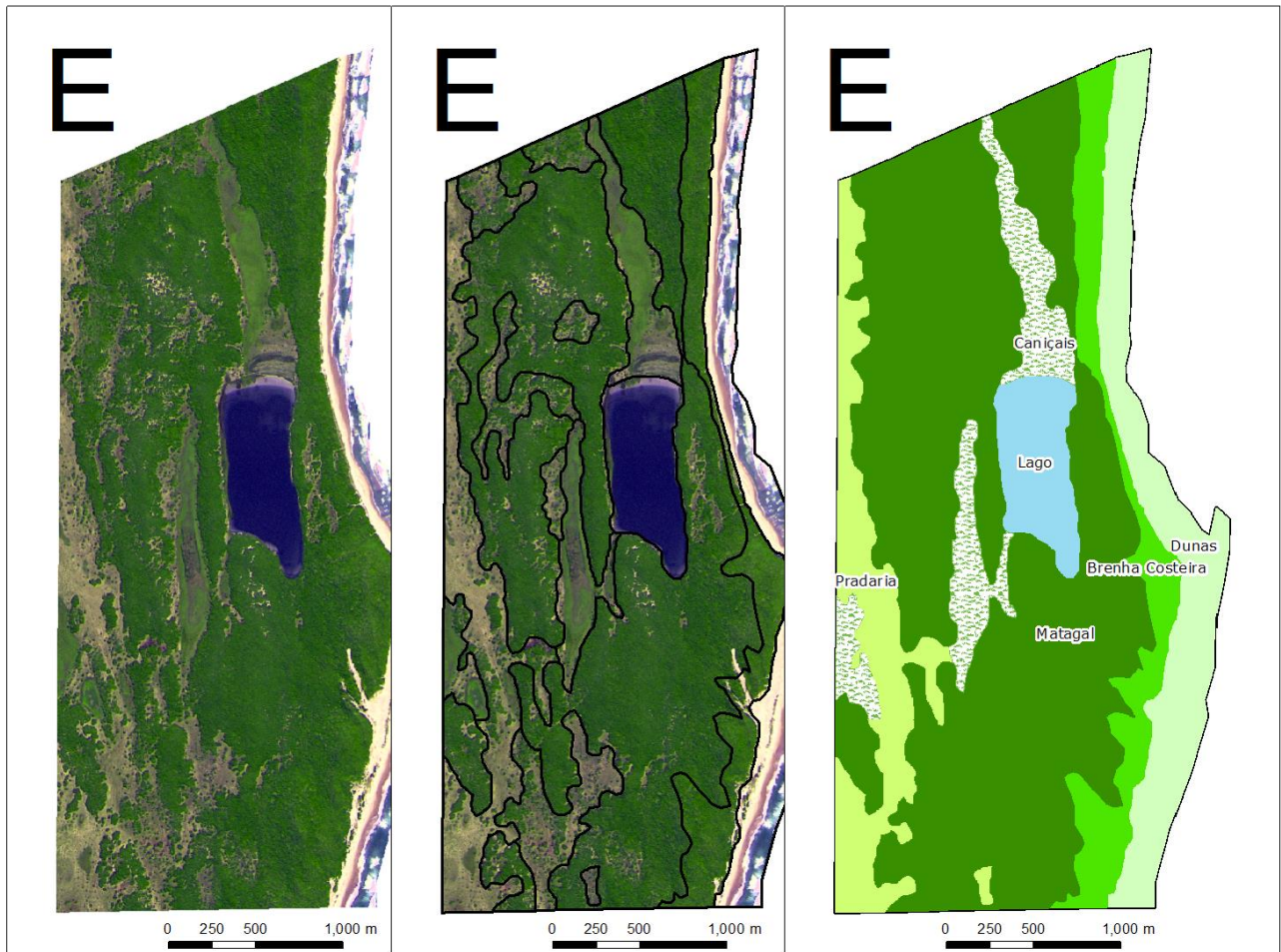
todas as espécies que ocorrem na região.

Estas curvas são utilizadas não só para exprimir o grau de complexidade de espécies na região mas também para ajudar a determinar a área mínima de amostragem em estudos de vegetação onde se requiere que todas as espécies sejam representadas. Aliás um estudo de vegetação tem melhor uso quando expressa todas as espécies que se encontram no sítio. Essa área mínima define-se como aquela em que se tem encontradas todas as espécies.

Com as curvas da Figura 10 pode-se ver que, no caso de floresta densa húmida de terras baixas, com grande diversidade, a área mínima requerida é muito grande e não pode ser observada apenas por este gráfico. Esta é uma situação normal que é uma das razões pelas quais ainda há muito por descobrir nas regiões tropicais. No caso de floresta aberta decídua seca, com pouca diversidade, a área mínima é de apenas alguns m². Aumentando a área de amostragem não se ganha nenhuma informação nova (em termos de espécies), apenas serve como repetição.

Mapeamento da vegetação

(Ver Aula do Faruk)



2.5. Dinâmica populacional

2.5.1. Conceitos básicos de dinâmica populacional

Se bem que os factores ambientais influenciam em grande medida a ocorrência e distribuição de indivíduos de uma determinada população, também deve-se referir que os próprios indivíduos não se subordinam de forma passiva às condições ambientais, têm reacções que tendem a uma melhor adaptação às condições adversas.

As formações vegetais parecem, à primeira vista, estáticas, onde não ocorre variações. Porém, apesar de manter a sua estrutura durante muito tempo, dentro delas ocorrem vários fenómenos que variam consoante o tempo. Pelo facto de manterem a sua estrutura ao longo do tempo diz-se que estão em equilíbrio dinâmico, isto é, que ocorrem variações internas mas que não se reflectem numa forma externa na estrutura.

A população, como os organismos em particular, tem a sua organização e estrutura bem definidas e os seus atributos vitais que lhe permitem a sua presença ao longo do tempo na superfície terrestre. Alguns desses atributos são comuns aos dos organismos:

crescimento, variação e permanência. Porém há outros atributos que são próprios de grupos e não de indivíduos singulares como a natalidade, mortalidade e distribuição etária.

A dinâmica de uma população é descrita à luz dos seus atributos biológicos e ecológicos. A seguir indicam-se algumas definições e uma breve explicação do uso desses termos.

a) densidade populacional:

É o tamanho da população por unidade de espaço. Geralmente expressa-se como o número de indivíduos ou biomassa por unidade de superfície ou volume.

Ex: 300 árvores por hectare
50 toneladas por hectare
45 m³ por hectare

Esta é a densidade bruta, ou seja, que não toma em consideração o factor ecológico. Existe a densidade específica ou ecológica, que é relativa ao espaço vital.

- Métodos de medição da densidade

Existem vários métodos de medição da densidade dependendo da natureza e tamanho da população. Por exemplo se o objectivo é medir a densidade de plantas herbáceas numa área de pastagem natural marcamos uma área (parcela de amostragem) e, dentro dela estimamos a proporção da área coberta pela folhagem das plantas e indicamos o resultado em percentagem de cobertura. Esta medida indica a proporção de área coberta por plantas ou seja, a proporção de terra que não é visível devido à presença da vegeação, não dá, entretanto, nenhuma medida da altura das plantas nem a quantidade relativa das plantas. A sua utilidade pode ser limitada se a finalidade é saber a disponibilidade de pastagem para o gado, onde se necessita estimar o peso das plantas por unidade de área. Se o objectivo é medir a densidade de árvores numa área uma simples contagem das árvores numa dada área pode ser suficiente e o resultado expressa-se em número de árvores por hectare. O número de árvores por hectare não diz nada do tamanho das árvores e por isso frequentemente outro indicador de densidade é utilizado, depois de medir os diâmetros das árvores e estimada a área basal expressa em metros quadrados por hectare.

Dentro das diversas disciplinas existem já alguns indicadores de densidade comumente utilizados: p.e. no estudo dos pastos é comum indicar-se a densidade em termos de Kg/m² - que expressa o peso seco da vegetação por unidade de área; na silvicultura é comum falar-se de área basal (m²/ha) - que indica a superfície ocupada por troncos de árvores em pé numa determinada área.

- Padrão de distribuição espacial

A densidade só por si é uma medida estática e não expressa as interações dinâmicas que podem existir entre indivíduos da mesma espécie. Por exemplo, a distribuição espacial de 300 árvores/ha oferece uma informação adicional acerca da espécie. O mesmo número de plantas pode ter um arranjo diferente. Em ecologia reconhecem-se três padrões básicos de distribuição de espécies vegetais (Figura 11):

(a) aleatório - ocorre quando existe uma igual probabilidade de uma planta ocupar qualquer ponto no espaço e quando a presença de um indivíduo não influencia a presença de outros;

(b) regular - também chamada "uniforme" ocorre quando cada indivíduo tem a tendência de evitar todos outros indivíduos ou quando indivíduos muito próximos dos outros morrem e deixam espaço que resulte neste padrão;

(c) agregado - ocorre quando os indivíduos tendem a ser atraídos para (ou mais probabilidade de sobrevivência em) sítios particulares dentro do meio ambiente, ou quando a presença de um indivíduo num local atrai (ou dá ajuda) os outros.

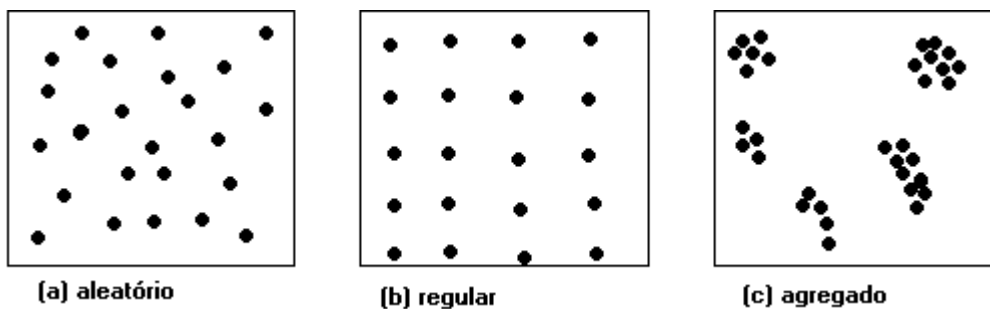


Figura 11. Padrões básicos de distribuição espacial de plantas.

Destes padrões básicos podem-se formar recombinações para dar outras formas de distribuição como por exemplo distribuição agregada em arranjo regular.

O padrão de distribuição exibido por um determinado grupo de organismos depende da escala espacial na qual é avaliado. Pode ser que numa escala maior a distribuição seja classificada como agregada e a uma escala mais pequena ser classificada como uniforme.

Membros da maioria das espécies parecem apresentar um padrão de distribuição do tipo agregado. A favor disto há pelo menos duas razões: a primeira razão tem que ver com a reprodução - as sementes ou frutos tendem a se espalhar próximo da planta mãe; a segunda razão relaciona-se com o microclima - o habitat é homogêneo ao nível de microambiente.

b) Natalidade

Representa a capacidade de a população aumentar. É a quantidade de indivíduos nascidos por unidade de tempo. Existe a natalidade bruta, ou máxima, a qual existe teoricamente e é apenas influenciada pelos factores fisiológicos. Porém, na vida prática existem muitos outros factores que jogam um papel preponderante sobre este fenómeno, daí que se fala de natalidade ecológica ou realizada, que seria definida como aquela que é condicionada pelos factores ambientais e os factores internos da própria população (idade e tamanho da população) e é expressa como o número de nascimento por unidade de tempo e tamanho da população inicial.

Ex: uma população inicial de 500 insectos depois de 1 dia aumentou para 1500.

$$\text{Natalidade bruta} = N_b = \frac{1500 - 500}{1} = 1000 \text{ insectos por dia}$$

$$\text{Natalidade específica} = N_e = \frac{1500 - 500}{1 * 500} = 2 \text{ insectos por dia por indivíduo.}$$

Também é comum expressar o valor da natalidade em termos percentuais.

c) Mortalidade

É a expressão que indica o número de mortos por unidade de tempo. É exactamente o contrário de natalidade. Os termos usados para a natalidade também são válidos aqui. A mortalidade ecológica é condicionada pelos factores ambientais e internos da própria população. Em condições ideais temos uma mortalidade mínima que seria devida apenas aos factores fisiológicos (o envelhecimento dos indivíduos). Na prática muitas vezes, muito mais do que a taxa de mortalidade, interessa-nos a taxa de sobrevivência que seria definida como $1-M$ considerando M a taxa de mortalidade.

- Tabelas de vida

Tabelas de vida são aquelas que os ecologistas usam para determinar a relação entre a idade e o potencial de sobrevivência dos indivíduos (Barbour et al, 1987; Begon et al, 1986). Existem dois tipos de tabelas de vida:

a) Tabelas de vida de cohort - usa-se quando o observador pode seguir o desenvolvimento de um grupo de plântulas germinadas num determinado período de tempo (cohort) até a morte de todos os indivíduos. este tipo de tabela usa-se para plantas de ciclo de vida curto como as plantas anuais.

b) Tabelas de vida estáticas - usam-se para árvores e arbustos cujo período de vida muito grande (geralmente maior que o período de vida do observador ou simplesmente além do seu limite de tolerância). Para este tipo de tabelas usa-se a estrutura etária de uma população constituída por vários cohorts para estimar o padrão

de sobrevivência de vários grupos etários.

Uma tabela de vida normalmente contém dados de idade, número de sobreviventes em cada idade, número de mortos por cada idade, taxa de mortalidade e taxa de sobrevivência.

A representação gráfica das tabelas de vida geralmente faz-se mediante a relação Idade x Log (Nº sobreviventes) resultando o que se chama de curva de sobrevivência. Estudos feitos mostram que existem tres curvas básicas de sobrevivência (Fig.9).

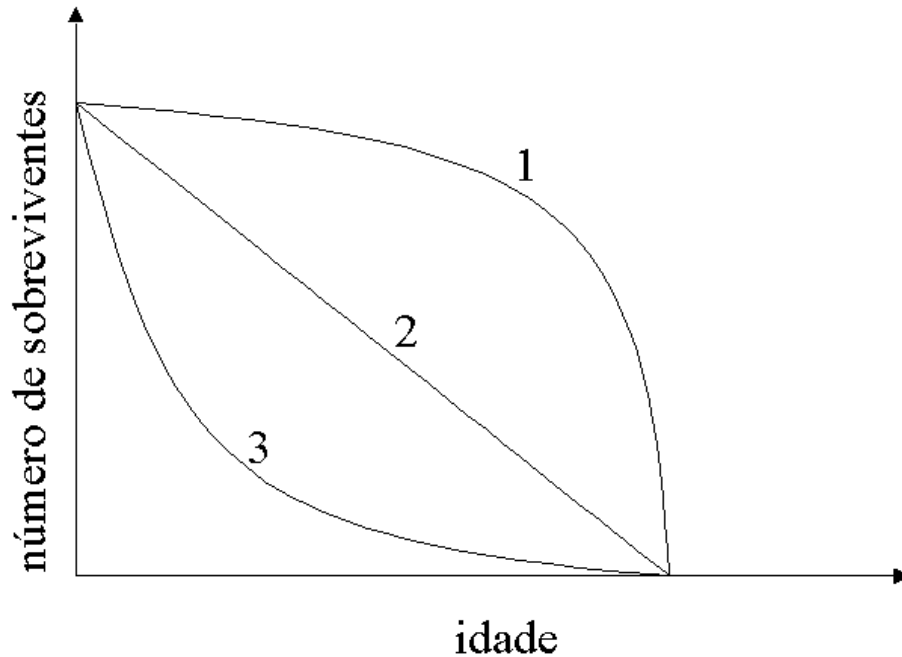


Figura 12. Curvas básicas de sobrevivência: (1) Característica de organismos com pouca mortalidade no período juvenil e uma alta mortalidade no período de maior idade. (2) Representa uma população cujos indivíduos têm igual probabilidade de morrer independentemente da sua idade. (3) Típica curva de dos organismos com maior mortalidade no período juvenil seguida de um período de baixa mortalidade na fase madura (adaptado de Barbour et al 1987).

A taxa de mortalidade pode variar com a idade e, dependendo do tipo de população, pode ocorrer que maior mortalidade se verifica no início ou no fim do período de vida dos organismos. Para árvores, a maior mortalidade verifica-se no período juvenil, especialmente no período de passagem do estágio de semente para plântula, no qual muitas sementes germinadas não chegam a estabelecer-se como plântulas devido a falta de um substrato adequado. A mortalidade diminui consideravelmente depois destas se houverem estabelecido. As árvores assim estabelecidas, têm pouca probabilidade de morrer tal que na fase adulta chega-se a observar um período quase

sem mortalidade. Mas no fim, devido ao envelhecimento fisiológico volta a observar-se um período de muita mortalidade. No seu conjunto, a curva resultante para árvores é a Figura 12 curva (3).

Plantas anuais sem dormência de sementes que crescem em sítios abertos podem ter a Figura 12 curva (1) já que muitas plântulas podem sobreviver até à reprodução. Em sítios menos abertos a competição intraespecífica pode resultar numa mortalidade prior à reprodução conduzindo à Figura 12 curva (2). De uma forma geral, plantas herbáceas anuais apresentam as curvas (1) e (2).

As tabelas de vida estáticas, elaboradas para organismos de longa duração, têm sido classificadas como "imperfeitas", porém têm uma defesa ao seu favor: "é melhor do que nada".

Estas tabelas são construídas na base de observações num determinado período de tempo de um grupo de indivíduos (de diferentes cohorts) os quais são avaliados a sua idade. Com estes dados pode-se fazer uma reconstrução da tabela de vida referenciado a um tempo passado. Estas tabelas são válidas assumindo certos princípios: que não houve variações de ano para ano antes do ano de referência tanto no número de nascidos como na taxa de sobrevivência dependente da idade (Begon et al, 1986).

Material adicional

Tabelas de vida

As taxas de nascimento e mortalidade dos organismos nas diferentes faixas etárias, bem como a idade e a composição sexual ajudam a prever se uma população vai crescer ou diminuir. Estudos de populações podem ser extensivos ou intensivos.

Em estudos extensivos, os resultados são relativos a toda a população, o método implica a observação de populações vastas, daí que se pode recorrer, muitas vezes, a técnicas de amostragem que permitira generalizar as conclusões ao universo do estudo. Utiliza-se métodos e técnicas de carácter mais quantitativo quando o universo em estudo é muito vasto. Os métodos quantitativos incluem: Inquéritos, observações directas e observações documentais. A vantagem de estudos de população extensivos é o facto de permitir o conhecimento em extensão de fenómenos. Já, os estudos intensivos são realizados para casos particulares (estudos de caso) onde os resultados obtidos dizem respeito, apenas, aos casos estudados. O processo de investigação se destina ao estudo de fenómenos particulares, observando-os sob todos os aspectos. O objectivo final de estudos intensivos é a compreensão ampla do fenómeno na sua totalidade. Pode-se aplicar técnicas não só qualitativas, como também quantitativas. As tabelas de vida são construídas a partir de dados de estudos de populações intensivas.

As tabelas de vida resumem as taxas de nascimento e morte dos organismos em diferentes fases de suas vidas. Elas são ferramentas básicas para avaliar a dinâmica populacional de uma espécie. Agrupam informação importante para estudos de conservação, agricultura e saúde humana. Por exemplo, quando se pretende reintroduzir uma espécie, as tabelas de vida podem indicar quando

uma população reprodutiva fica estabelecida. São conhecidos dois tipos de tabelas de vida, **tabelas de vida específicas a idade** também designadas por **tabela de vida horizontal ou dinâmica** ou **tabelas de vida específicas ao tempo** também designadas por **tabelas de vida verticais ou estáticas**.

As tabelas de vida específicas a idade iniciam sempre com um “cohort” (grupo de indivíduos que nascem no mesmo período) em que os membros do grupo pertencem a mesma geração e a população pode ser estável ou flutuante. Aqui, as taxas de mortalidade (ou sobrevivência) e reprodução (frequência maternal) são reveladas em função da idade. No entanto, factores edáficos e climáticos podem influenciar as taxas de mortalidade e reprodução de uma população. São conhecidos dois tipos de tabelas de vida específicas a idade: as tabelas de vida simples ou biológicas (construídas para condições de laboratório) e as tabelas de vida ecológicas (construídas para condições de campo).

As tabelas de vida específicas ao tempo são baseadas num “cohort” imaginário onde se assume que a população é estacionária e com os dados coletados se pode determinar a estrutura etária para algum ponto do tempo.

Curvas de sobrevivência

As curvas de sobrevivência mostram a fração de indivíduos que ainda esta vivo e transitou para a fase seguinte, isto é, indicam a quantidade de indivíduos de uma população que sobrevive ao longo de um determinado período de tempo. Existem três tipos de curvas de sobrevivência.

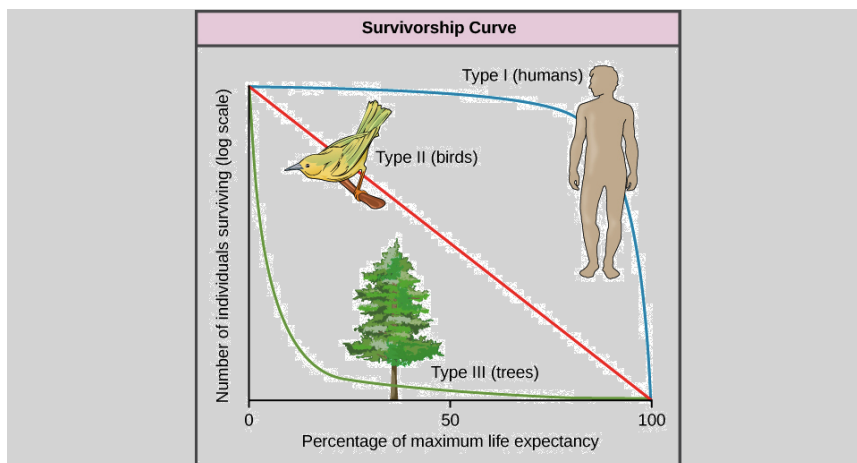


Figura 1. Tipos de curvas de sobrevivência. (Fonte: http://cnx.org/contents/GFy_h8cu@10.12:NrWcy985@5/Population-Demography)

Curvas tipo I. São típicas de seres humanos e da maioria dos primatas. Os organismos possuem uma tendência de não morrer quando jovens ou com meia-idade, mas sim quando atingem idades avançadas. Curva acentuadamente convexa.

Curvas tipo II. São típicas de muitas espécies de aves, roedores e algumas plantas perenes. Os organismos têm uma taxa de mortalidade constante em cada faixa etária. Curva que se aproxima a uma recta diagonal.

Curvas tipo III. São típicas de muitas plantas perenes, invertebrados marinhos e a maioria dos peixes. Os organismos têm uma elevada taxa de mortalidade nos anos iniciais. Aqueles que conseguem sobreviver até a juventude, normalmente têm vida longa. Curva fortemente côncava.

Exemplo de uma tabela de vida da *Petovia dichroaria dichroaria*

Um estudo realizado por Maússe (2004), com objectivo de determinar alguns factores de mortalidade da espécie de praga da fruteira *Vangueria infausta* permitiu a construção da tabela de vida da *Petovia dichroaria dichroaria*. Observações feitas em 296 indivíduos da *V. infausta* no período de infestação, entre Setembro e Outubro de 2002 e Fevereiro, Março e Abril de 2003 no distrito de Matutuine permitiu colher-se amostras de folhas de *V. infausta* infestadas que foram colocadas em nove frascos entomológicos (A-I) e levados para o laboratório de silvicultura na FAEF. Foram obtidas 200 larvas desfolhadoras de *V. infausta* eclodidas na mesma época nos 9 frascos entomológicos para a construção da tabela de vida (vide tabela 1). Foram feitas observações diárias para anotações numa ficha no sentido de proceder a contagem e registo dos indivíduos existentes no frasco (vivos e mortos). As larvas mortas foram incubadas em condições de laboratório numa cultura de Agar para o isolamento do agente causador da morte como recomendado por Blanchard e Tattar (1981). Os frascos foram limpos a cada dois dias, intervalo também usado para a colocação de mais alimento fresco colhido no campo. As larvas de *P. dichroaria dichroaria* (Geometridae) foram encontradas nas páginas inferiores das folhas da *V. infausta*

Tabela 1. Tabela de vida da *Petovia dichroaria dichroaria*

ds	Grupo de indivíduos									ax	lx	dx	mx	sx	S1000
	A	B	C	D	E	F	G	H	I						
0	10	34	36	9	25	33	33	10	10	200	1	0	0	1	1000
1	10	34	36	9	25	33	33	10	10	200	1	32	0.16	0.84	1000
2	8	27	32	5	22	31	29	6	8	168	0.84	21	0.13	0.88	840
3	8	21	29	4	19	28	27	5	6	147	0.74	18	0.12	0.88	735
4	7	15	26	2	18	27	27	4	3	129	0.65	15	0.12	0.88	645
5	5	13	24	1	15	24	25	4	3	114	0.57	16	0.14	0.86	570
6	4	13	21	1	13	20	20	4	2	98	0.49	11	0.11	0.89	490
7	3	12	20	1	12	18	16	4	1	87	0.44	10	0.11	0.89	435
8	3	12	19	1	10	13	14	4	1	77	0.39	5	0.06	0.94	385
9	3	12	19	1	8	12	12	4	1	72	0.36	2	0.03	0.97	360
10	3	12	19	1	7	11	12	4	1	70	0.35	2	0.03	0.97	350
11	3	11	19	1	7	11	11	4	1	68	0.34	3	0.04	0.96	340
12	3	10	19	1	7	10	10	4	1	65	0.33	4	0.06	0.94	325
13	3	10	17	1	7	10	10	3	0	61	0.31	5	0.08	0.92	305
14	3	8	17	1	4	10	10	3		56	0.28	2	0.04	0.96	280
15	3	8	15	1	4	10	10	3		54	0.27	15	0.28	0.72	270
16	2	6	13	0	2	8	6	2		39	0.2	6	0.15	0.85	195
17	1	5	12		1	8	5	1		33	0.17	4	0.12	0.88	165

18	0	3	12		0	8	5	1		29	0.15	3	0.1	0.9	145
19		2	11			8	5	0		26	0.13	6	0.23	0.77	130
20		0	10			5	5			20	0.1	3	0.15	0.85	100
21			8			4	5			17	0.09	2	0.12	0.88	85
22			6			4	5			15	0.08	4	0.27	0.73	75
23			5			4	2			11	0.06	3	0.27	0.73	55
24			4			3	1			8	0.04	3	0.38	0.63	40
25			4			1	0			5	0.03	0	0	1	25
26			4			1				5	0.03	0	0	1	25
27			4			1				5	0.03	2	0.4	0.6	25
28			3			0				3	0.02	1	0.33	0.67	15
29			2							2	0.01	0	0	1	10
30			2							2	0.01	0	0	1	10
31			2							2	0.01	1	0.5	0.5	10
32			1							1	0.01	1	1	0	5
33			0							0	0	0			

Onde:

d_s = dias de amostragem

a_x = número de insectos num estágio de desenvolvimento

l_x = proporção de sobrevivência até a idade $x = 1 - ((a_{x_0} - a_x) / a_{x_0})$

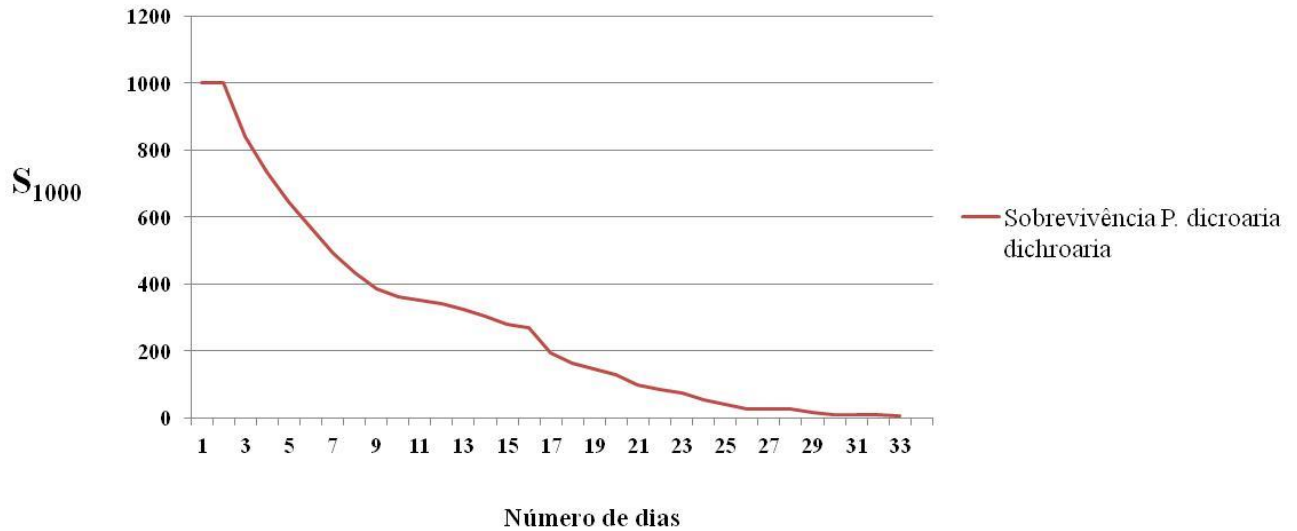
d_x = número de insectos mortos = $a_x - a_{x+1}$

m_x = taxa de mortalidade = d_x / a_x

s_x = taxa de sobrevivência = $1 - m_x$

$S_{1000} = l_x * 1000$

Curva de sobrevivência da *P. dichroaria dichroaria*



Exercício 1. Usando as fórmulas acima, complete as seguintes tabelas de vida. Desenhe a curva de sobrevivência para cada espécie de animal. (<http://ecobiotarefas.tripod.com/id21.html>)

Loxodonta africanus = elefantes africanos

Classe Etária	n_x	l_x	m_x	s_x	S_{1000}
<10	115	1	0.078	0.922	1000
19-10	106	0.922	0.104	0.896	922
20-29	95	0.826	0.105	0.895	826
30-39	85	0.739	0.094	0.906	739
40-49	77	0.67	0.156	0.844	670
50-59	65	0.565	0.323	0.677	565
60-69	44	0.383	0.5	0.5	383
70-79	22	0.191	0.773	0.227	191
80-89	5	0.043	0.8	0.2	43
90-100	1	0.009			9

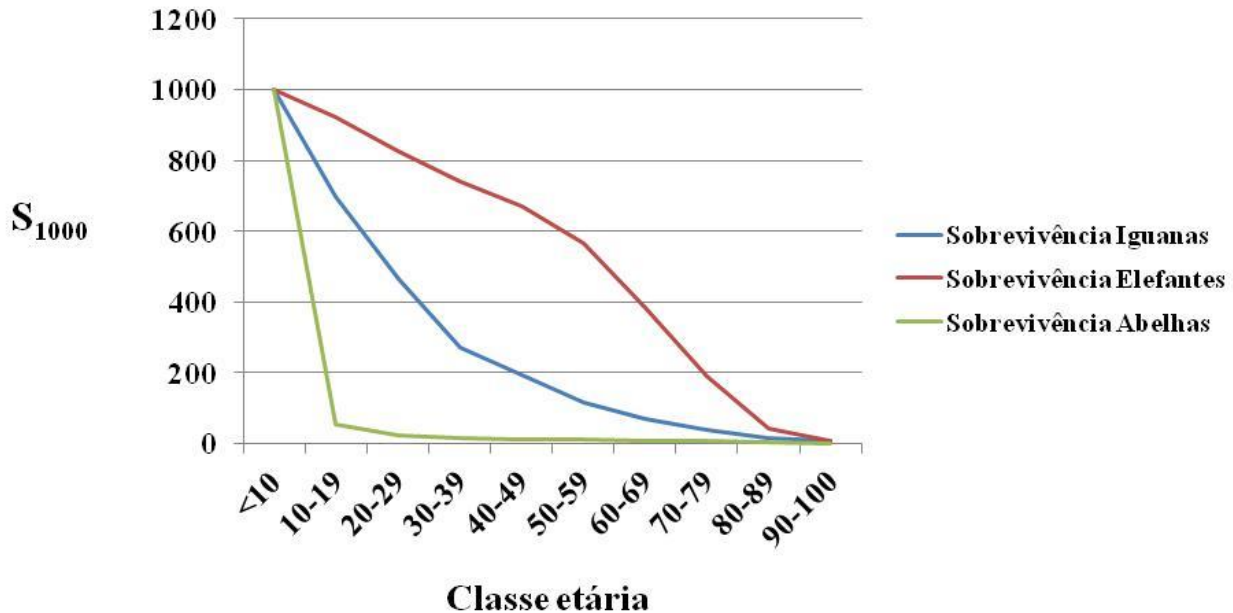
Apis mellifera = abelhas de mel europeus

Classe Etária	n_x	l_x	m_x	s_x	S_{1000}
<10	500	1	0.944	0.056	1000
19-Oct	28	0.056	0.607	0.393	56
20-29	11	0.022	0.364	0.636	22
30-39	7	0.014	0.143	0.857	14
40-49	6	0.012	0.167	0.833	12
50-59	5	0.01	0.2	0.8	10
60-69	4	0.008	0.25	0.75	8
70-79	3	0.006	0.333	0.667	6
80-89	2	0.004	0.5	0.5	4
90-100	1	0.002			2

***Amblyrhynchus cristatus* = iguanas marinhas**

Classe Etária	n_x	l_x	m_x	s_x	S_{1000}
<10	129	1	0.302	0.698	1000
19-Oct	90	0.698	0.333	0.667	698
20-29	60	0.465	0.417	0.583	465
30-39	35	0.271	0.286	0.714	271
40-49	25	0.194	0.4	0.6	194
50-59	15	0.116	0.4	0.6	116
60-69	9	0.07	0.444	0.556	70
70-79	5	0.039	0.6	0.4	39
80-89	2	0.016	0.5	0.5	16
90-100	1	0.008			8

Curvas de sobrevivência das três espécies



Referências

Blanchard R. O., Tattar T. A. (1981). Field and laboratory guide to tree pathology. Academic Press. New York. 258 pp.

Maússe S. N. D. (2004). Avaliação da incidência das pragas de três fruteiras nativas na região de Maputo. Tese de Licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo. Moçambique. 59 pp.

d) Distribuição etária

Influencia tanto a natalidade como a mortalidade. Expressa as proporções entre vários grupos etários por sexo. São comuns as pirâmides de distribuição etária da população humana. Existem diferentes formas de pirâmides etárias as quais caracterizam de sobremaneira essa população (Figura 13):

- . crescimento rápido: a pirâmide é mais alargada na parte inferior, i.e., existe uma grande massa de população juvenil que é o potencial futuro da população..

- . população estacionária: a população juvenil e adulta apresenta-se em quase mesmas proporções. Crê-se que a juventude existente apenas vai substituir a população adulta, sem, contudo, representar um aumento.

- . população em declínio: verifica-se uma grande proporção de população adulta

e apenas uma pequena percentagem da população jovem que não chega a repor a população adulta existente.

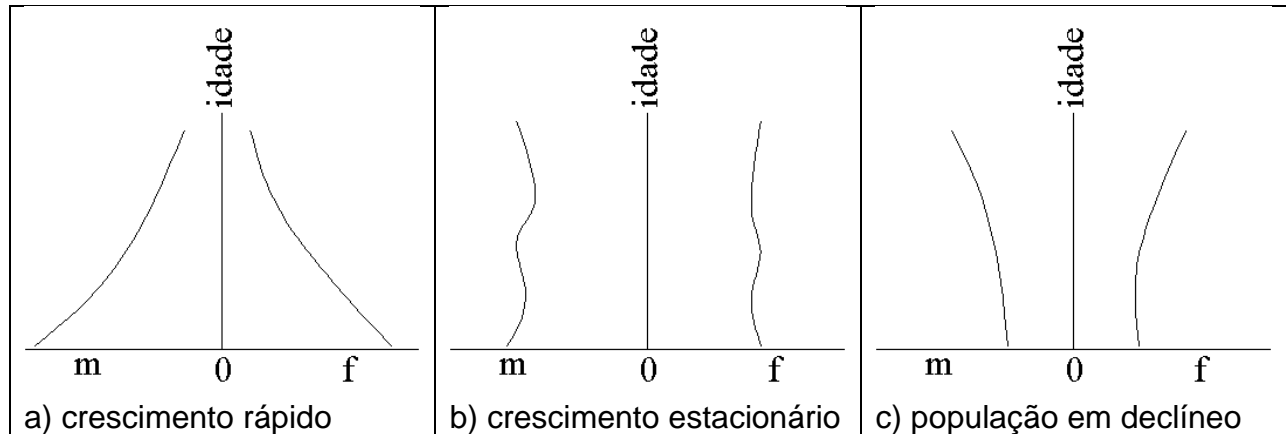


Figura 13. Distribuição etária por sexo de uma população animal.

Na população vegetal não é comum ter este tipo de figura já que também não é comum distinguir o sexo das plantas. A figura resultante é uma parte apenas da Figura 13 onde se expressa a frequência das plantas em função da sua idade. Em populações arbóreas, onde a determinação da idade é mais complexa, esta figura obtém-se mediante a construção de tabelas de frequência de indivíduos por classe de tamanho (partindo do princípio que o tamanho das árvores - mais concretamente dap - é directamente proporcional à idade); esta representação é a mesma que a que se usa para a estrutura horizontal de uma vegetação arbórea (veja capítulo 1.4.). Em plantas herbáceas anuais é comum construir-se tabelas de frequência de plantas por classe de peso (considerando que o peso vai ser directamente proporcional à idade).

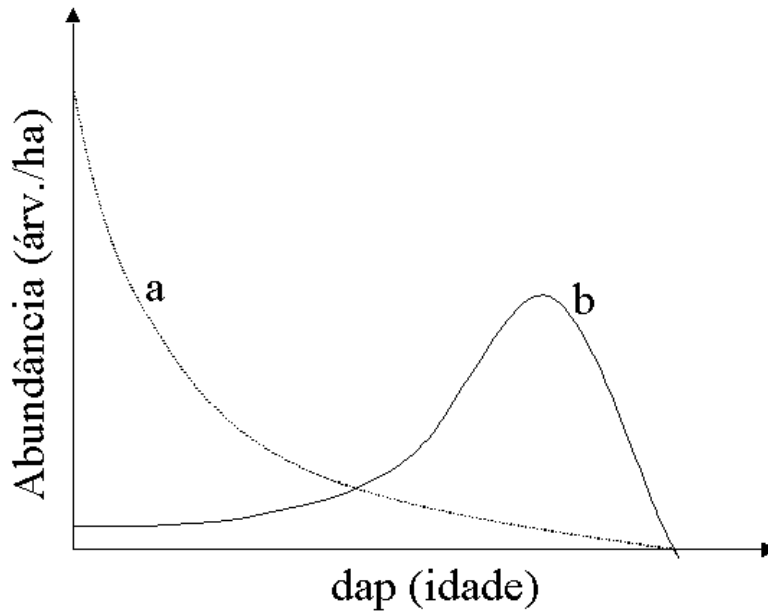


Figura 14. Distribuição diamétrica hipotética de duas espécies de árvores numa floresta secundária. (a) espécie com alta reprodução durante a fase de ocupação; (b) espécie com pouca reprodução mas com muitos indivíduos adultos, o que mostra muita reprodução desta no passado.

Independentemente da duração de vida das plantas pode-se distinguir 8 estágios importantes numa planta individual ou população (Figura 3): (1) semente viável; (2) plântula; (3) planta jovem; (4) planta vegetativa imatura; (5) planta vegetativa madura; (6) planta adulta reprodutiva inicial; (7) máximo vigor vegetativo e reprodutivo; e (8) planta senescente (Barbour et al, 1987). Estes estágios são directamente proporcionais à idade dentro de cada espécie. Assim, uma observação de campo pode-nos ajudar a identificar cada um dos estágios em que se encontra a população de uma espécie. Se uma população de plantas perenes mostrar apenas os primeiros cinco estágios é óbvio que se trata de uma população invasora, em fase de crescimento. Se a população mostrar todos os oito estágios e não se verificarem mais mudanças na estrutura etária, ela poderá ser estável e repôr-se por si própria no sítio. Se a população apenas mostrar os últimos quatro estágios a população poderá estar em declínio ou a ser substituída por cohorts de espécies não frequentes.

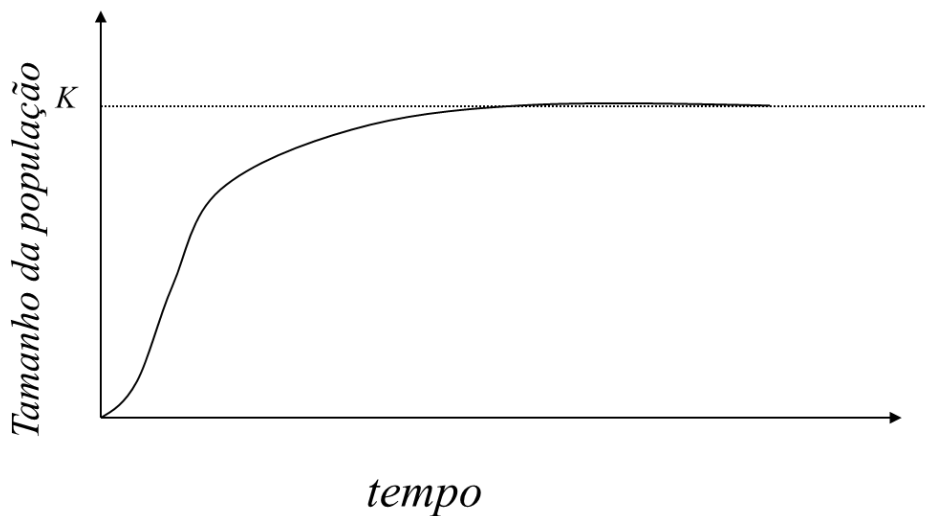
Numa formação vegetal, as populações de diferentes espécies mostram padrões diferentes dependendo da estratégia de cada uma das espécies em causa. Também, uma mesma espécie pode apresentar padrões diferentes dependendo do sítio em que se desenvolve.

Num campo abandonado é comum o aparecimento de espécies invasoras de rápido crescimento que com o andar do tempo, a densidade vai aumentar e, consigo, a competição pelos recursos. O início da competição traz consigo a diminuição da taxa de natalidade pois os indivíduos assignam grande parte dos seus recursos a vencer a

competição do que a reproduzir-se. Mais ainda, dentre as diferentes espécies que se apresentarem na competição nem todas terão a mesma capacidade competitiva, é assim que surgirão aquelas que vão ser vencidas e que com o tempo vão desaparecer do sítio. Estas, são as que vão começar por evidenciar uma taxa decrescente da população que vai conduzir ao desaparecimento da população (Figura 14).

Crescimento populacional

$$N_{t+1} = N_t + rN_t \left(1 - \frac{N_t}{K} \right)$$



Predador-presa

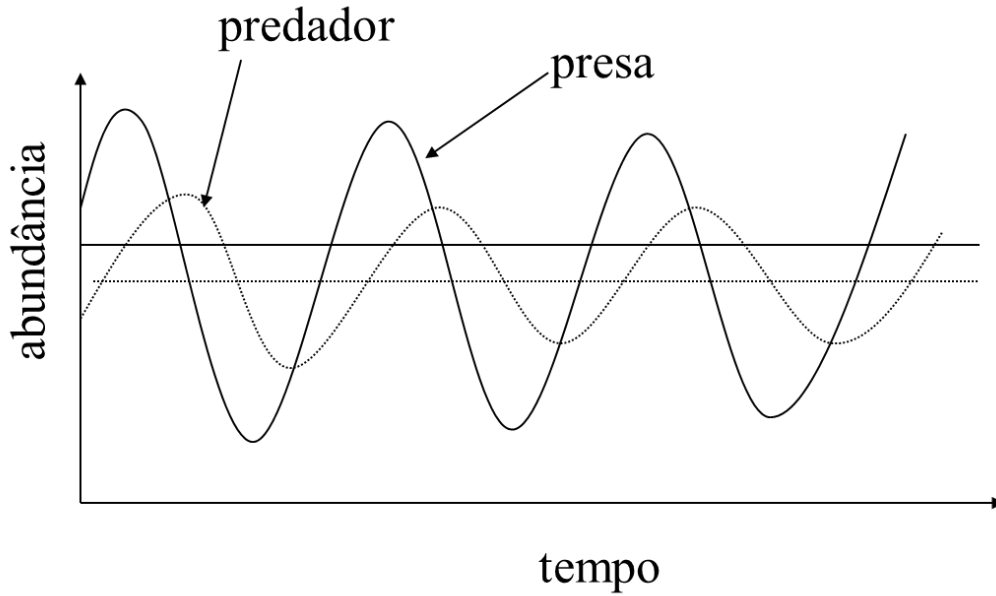
População da presa

$$\frac{dN}{dt} = rN - a'CN$$

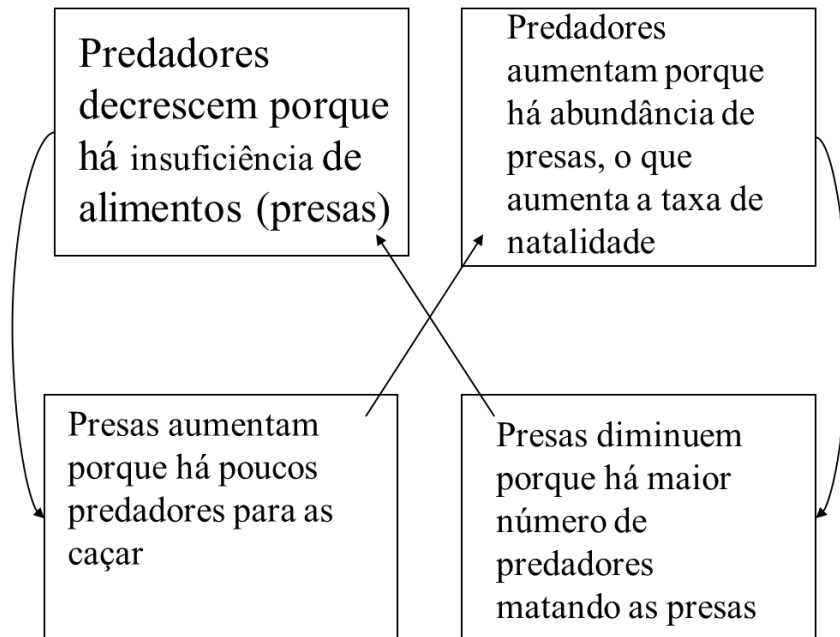
População do predador

$$\frac{dC}{dt} = fa'CN - qC$$

a' - é a taxa de ataque ou eficiência de caça
 q - é a taxa de mortalidade do predador
 f - é a eficiência do predador transformar a presa em nascimentos



Relação Predador-Presa



e) Taxa intrínseca de aumento natural

Se num determinado ambiente não há factores limitantes, a taxa de crescimento populacional é máxima. Estas condições apenas se verificam hipoteticamente, pois na natureza sempre existem factores limitantes.

$$dN/dt = rN \quad (1)$$

r = taxa instantânea de crescimento populacional.

N = tamanho da população

Na realidade

$$r = b-d \quad (2)$$

onde b é a taxa de natalidade e d a taxa de mortalidade.

- Formas de crescimento

As populações apresentam padrões característicos de aumento denominadas formas de crescimento. Existem dois tipos principais de formas de crescimento:

(a) tipo J, que se verifica onde não há limitação de recursos e que a diminuição da taxa de crescimento apenas verifica-se quando actua um determinado factor de forma instantânea (Figura 15 a);

(b) tipo S, que é a forma mais comum e que se dá em populações que crescem com recursos limitados (Figura 15 b).

Nesta última, normalmente existe um máximo da população, que uma vez atingido não ocorrem mudanças significativas ao nível do tamanho da população. Este limite máximo denomina-se capacidade de carga para aquela população naquelas condições.

A fórmula (1), que é para uma população sem limite de factores converte-se em

$$dN/dt = rN(K-N)/K \quad (3)$$

onde K é a capacidade de carga.

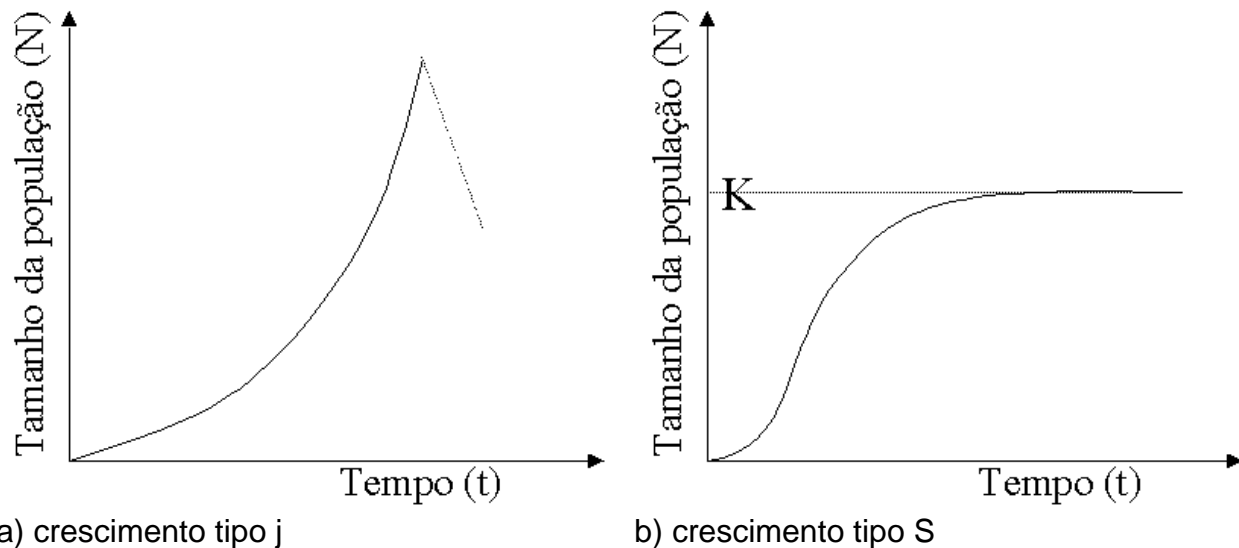


Figura 15. Formas de crescimento populacional: (a) tipo J: sem limitação de recursos; (b) tipo S: com limitação de recursos; a capacidade do sítio manter a população com os recursos disponíveis é K, a capacidade de carga.

- Estratégia r e K

Nos mais variados ambientes é natural encontrar grupos populacionais com características diferentes e que dependem não só da sua natureza genética assim como também do seu meio ambiente. No processo de adaptação das espécies ao meio, estas usam diferentes estratégias de reprodução e competição para poderem manter uma população viável ao longo do tempo. Assim, pode-se distinguir duas estratégias típicas das espécies. Um grupo de espécies caracteriza-se pela sua capacidade de colonizar habitats novos e sem competição fazendo-se valer da sua alta capacidade de reprodução. Outro grupo de espécies tem a habilidade de permanecer em habitats estáveis por períodos de tempo prolongados fazendo-se valer da sua capacidade competitiva.

Estratégia r

As espécies colonizadoras de habitats novos e sem competidores pertencem a este grupo ecológico. Dentro das espécies vegetais estas são aquelas ervas que muitas vezes encontramos em machambas recém abandonadas. Têm uma alta capacidade reprodutiva (daí a denominação de estratégia r) e ocupam o sítio em tão pouco tempo. Os sítios destas espécies são aqueles habitats efímeros como a machamba abandonada; o deserto, nos lugares em que se desenvolve vegetação logo depois das chuvas que em menos de oito meses completam o seu ciclo de vida. Alocam grande parte dos recursos à reprodução. Raramente se encontram em ambientes estáveis, como por exemplo as florestas. As características principais deste grupo podem ser resumidas no seguinte:

- . colonizadores de habitats efímeros
- . pouca capacidade competitiva
- . rápido crescimento
- . elevada taxa de reprodução
- . longevidade curta
- . muita progênie
- . pequena estatura

A garantia de existência destas espécies reside na sua elevada taxa de reprodução, reprodução prematura e rápido crescimento.

Estratégia K

As espécies vegetais que habitam ambientes estáveis pertencem a este grupo. Devido a sua elevada competitividade são capazes de permanecer durante muito tempo e manter a sua taxa de crescimento estável (daí a denominação de estratégia K). Remetem grande parte dos recursos obtidos para o estabelecimento e fortalecimento das estruturas físicas. As árvores de longa duração que habitam as florestas são um exemplo de espécies deste grupo.

Em resumo as características deste grupo:

- . colonizadores secundários
- . alta competitividade
- . crescimento lento e seguro
- . alta longevidade
- . pouca progênie
- . grande estatura

A garantia da existência destas espécies reside na sua capacidade competitiva e longevidade.

(ver Whitmore 1990, sobre requerimentos de luz para regeneração e estabelecimento)

2.5.2. Oscilações e variações dentro da vegetação

i) A variação estacional

Os factores do clima (precipitação e temperatura) afectam de forma muito significativa o comportamento vegetal. Sendo que estes variam ciclicamente (oscilação diurna e anual) a vegetação vai reflectir estas variações dentro da sua fisionomia e, até certos casos na sua estrutura. A variação diurna poderá ser de muita importância na

vegetação já que se indica o caso do fototropismo como um dos determinantes do ciclo reprodutivo, porém, esta secção vai debater apenas as variações anuais. Na região tropical o factor climático mais importante é a precipitação enquanto que na região temperada a temperatura é que joga um papel preponderante (veja parte 2). Em outras palavras, no trópico o factor que mais varia é a precipitação e não a temperatura enquanto que na região temperada acontece exactamente o contrário.

Quanto mais nos afastamos do equador maior será a variação estacional e maior a duração do período seco e, por consequência, maior variação anual da vegetação. Regra geral, na zona equatorial não se verificam diferenças significativas entre períodos seco e húmido: é sempre período de chuvas e a vegetação sempre verde; nas regiões mais afastadas do equador (no trópico e subtropical) a diferença entre período seco e húmido é bem mais acentuada chegando a atingir os 7-8 meses de período seco e, por consequência, uma fase em que a água aparece como factor limitante no desenvolvimento vegetal inibindo processos básicos do funcionamento metabólico da vegetação.

A oscilação anual é devida aos factores do clima (precipitação e temperatura) bem como com os factores internos da vegetação (disponibilidade de sementes no banco de sementes).

O efeito dos factores climáticos nas regiões tropicais verifica-se com maior ênfase onde há uma diferenciação de estações entre o período seco e húmido. Regra geral, quanto maior for a latitude maior será a diferenciação das estações e, conseqüentemente, a variação no estado fisionómico da vegetação.

O fenómeno mais facilmente visível é a caducidade foliar para a maioria das espécies arbóreas e a secagem das plantas anuais e gramíneas. Este fenómeno ocorre no período de baixa precipitação e com déficit hídrico, causando além dos factores mencionados, a morte de plântulas recém germinadas do período húmido anterior.

Outro fenómeno menos perceptível é a dormência dos meristemas que é causada pela falta de água e como consequência da falta de tecidos fotossintéticos. Para as plantas perenes, este é o período de "repouso".

Note-se que as espécies se folhas persistentes poderão ter uma outra dinâmica diferente desta. Porém deve-se fazer referência a que grande parte das espécies da vegetação de Moçambique nas regiões baixas (que é a maioria do país) são de folha caduca. Das espécies decíduas há espécies de comportamento diferente, algumas das quais iniciam a folheação ainda durante o tempo seco (p.e. *Brachystegia spiciformis*) ou então as que florescem durante o período seco antes do início das chuvas (p.e. *Jacaranda mimosifolia*).

ii) variação devida às perturbações ambientais

As tempestades, os relâmpagos, inundações e outro tipo de perturbações naturais são

a maior causa de variações em grandes dimensões de terreno. Dependendo do tipo e intensidade da perturbação bem como das condições iniciais da vegetação pode-se ter um comportamento variado ou uma resposta diferente. Regra geral é que para cada perturbação que cause danos na vegetação sempre haverá uma resposta que terá a tendência de repor a situação inicial, ou seja, reestabelecer a estrutura original da vegetação. Não se pretende com isto dizer que onde se derruba uma umbila pelo vento vai nascer uma umbila mas sim, pelo processo natural vão ocorrer uma série de fases de desenvolvimento vegetal, primeiro para tapar a área descoberta - isto normalmente é efectuado por uma vegetação mais agressiva (colonizadores primários) que se estabelece em sítios abertos (espécies heliófitas); e segundo para repôr a estatura inicial da vegetação - o que acontece através da ocupação do local por planta(s) de maior tamanho que usam a sombra das plantas agressivas para o seu desenvolvimento (espécies esciófitas). Deste modo ocorre o processo denominado sucessão, a qual pode ser **primária** (quando a perturbação originou o desaparecimento total da vegetação original, a destruição do banco de sementes e o solo que fica exposto é inerte numa área consideravelmente grande) ou **secundária** (quando a perturbação é numa área pequena ou quando a destruição da vegetação deixa pelo menos um substrato de solo viável - com sementes ou estacas, p.e. uma machamba abandonada).

iii) variações devidas aos fogos

Em Moçambique ainda os fogos constituem uma das grandes fontes de variação da vegetação. Normalmente todas as florestas decíduas do norte e centro de Moçambique sofrem pelo menos uma queimada no período seco do ano. Por um lado existem efeitos malévolos das queimadas sobre a vegetação com a destruição de plantas jovens ainda não estabelecidas, mas por outro os fogos são vistos como possuindo efeitos benéficos à vegetação. De facto vários são os autores que citam que o fogo estimula a germinação das sementes de algumas espécies arbóreas como p.e. a umbila (*Pterocarpus angolensis*) cuja semente tem uma protecção muito dura e que dificilmente germina sem tratamento pré-germinativo. Os grandes utilizadores do fogo alargado usam-no com vários objectivos benéficos entre os quais a estimulação da regeneração das pastagens, isto é, no período seco, depois de secar todo o pasto é muito difícil encontrar onde apascentar o gado; passando uma queimada, destrói toda a parte aérea da erva e deixa a parte da raiz; logo em seguida começa a rebrotação da erva que é usada para a pastagem.

iv) influência humana

O homem é o maior agente da perturbação nos meios naturais. A recolha de produtos naturais (energia, material de construção, alimentos e medicamentos) causa, numa forma mais ou menos grave, dependendo da intensidade de perturbação, uma variação na estrutura da vegetação. A machamba abandonada é o exemplo mais clássico para

ilustrar a dinâmica da vegetação resultante de uma perturbação humana. Depois de uns anos de cultivo, a machamba declina a sua produtividade e a atitude normal do camponês é colocá-la em pousio ou abandoná-la. A partir do momento de abandono ocorre uma série de processos de recobertura da vegetação iniciando por herbáceas seguidas por heliófitas agressivas e mais tarde por esciófitas. Este processo leva muito tempo, mas se o solo não houver sofrido uma severa degradação o processo chega a reconstituir, em termos estruturais, a floresta original seguindo o processo de sucessão.

2. FACTORES AMBIENTAIS

A planta normal desenvolve-se num ambiente complexo: possui uma parte aérea que sofre os efeitos da atmosfera e uma parte subterrânea que sofre os efeitos do solo. A parte aérea recebe a luz solar, calor, O₂ e CO₂ para a respiração e fotossíntese respectivamente enquanto que a parte subterrânea recebe os minerais (nutrientes) e água necessários para o desenvolvimento e para a realização de funções vitais e reprodutivas da planta (Figura 16).

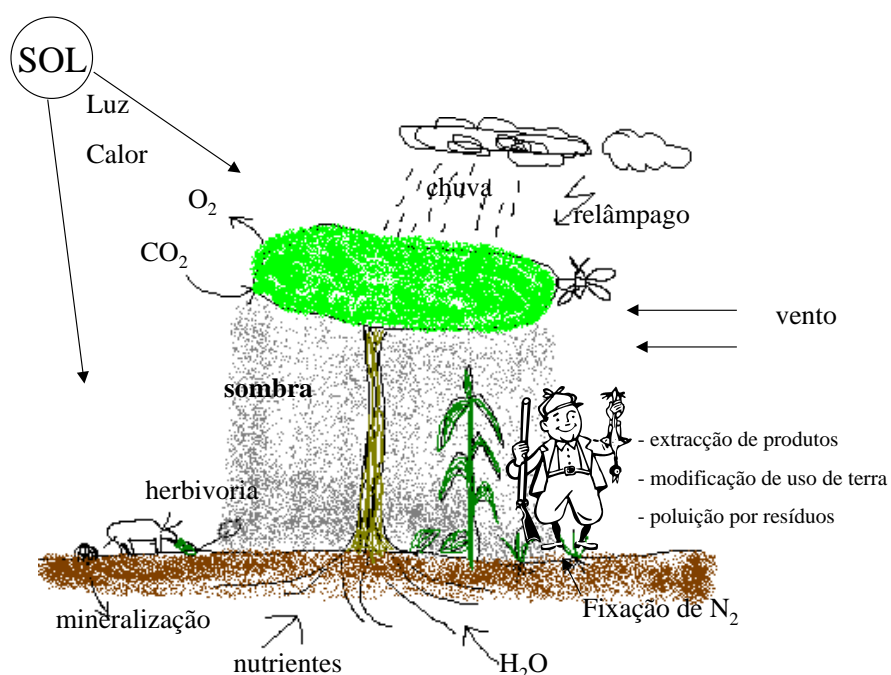


Figura 16. Os principais factores que afectam o desenvolvimento e distribuição da vegetação na superfície da terra.

As condições climáticas e edáficas duma determinada região são aquelas que de forma muito significativa afectam a natureza e a distribuição da vegetação. Porém, existem casos em que as condições microclimáticas são determinantes - exemplo: dois cajueiros que se desenvolvem numa mesma zona, um cresce em sítio sombreado e outro cresce completamente exposto à luz solar; ainda que as condições climáticas e edáficas do sítio sejam as mesmas estes dois cajueiros não terão o mesmo desenvolvimento pois o que cresce sombreado acareta problemas de limitação de recursos, neste caso - luz. Depois deste exemplo, pode-se ver que as condições macroclimáticas, ou seja, o clima duma região, apenas descreve a grosso modo o potencial existente de recursos para o desenvolvimento das plantas mas não são

determinantes. Muitos outros factores influenciadores da vegetação podem modificar o padrão de distribuição em função do clima e solo. Destes factores o mais importante é o factor humano que introduziu em grande medida, modificações nos ecossistemas naturais.

Apesar de a análise que se apresenta neste capítulo centrar-se na vegetação, os factores do meio afectam os diferentes organismos, incluindo animais de diferentes níveis tróficos e microorganismos, de tal maneira que estes vão ocorrer apenas onde as condições lhes sejam favoráveis. Por outro lado, e porque do ponto de vista de produtividade, as plantas são os produtores primários e são os organismos superiores com capacidade de sintetizar a sua própria energia a partir da luz solar e elementos minerais. Os animais (herbívoros e carnívoros) vão se distribuir na natureza à medida que as plantas criam as condições básicas para a sua alimentação.

A seguir analisam-se alguns dos factores ambientais que de forma directa ou indirecta influenciam o desenvolvimento da vegetação.

2.1. Luz

A radiação solar é a principal, senão a única fonte de energia para todo o processo de vida na terra através da luz para a fotossíntese e energia calorífica para o aquecimento da terra.

A fotossíntese é a fonte de toda a energia química para os seres vivos na terra para além de ser a maior fonte de oxigénio da atmosfera - que é usado para o processo de respiração, não só pelas plantas mas também por outros seres vivos.

i) Natureza da radiação solar que chega à terra

O sol emite a radiação em vários comprimentos de onda desde a ultra-violeta até a infra-vermelha. Deste espectro, apenas uma parte é utilizada pelas plantas verdes para a fotossíntese. Portanto, a radiação solar pode variar dum lugar para o outro enquanto a quantidade e qualidade. Por regra geral os sítios de incidência directa do sol, ou seja, os sítios em que o ângulo de penetração da radiação solar é recto, a radiação é maior e vai diminuindo com o aumento do ângulo de penetração. Com esta base é fácil deduzir que a radiação solar vai ter uma variação diurna sendo menos intensa quando o sol está no horizonte e maior quando este estiver na posição vertical. Por outro lado, quanto mais nos afastamos do equador menor será a radiação solar incidente.

A quantidade e qualidade de atmosfera atravessada pela radiação solar determina em certa medida a radiação incidente num dado lugar. Assim, nota-se também, que as zonas de maior altitude têm por regra, maior radiação que as partes baixas. Porém, em altitudes elevadas a quantidade de vapor de água na atmosfera é o principal factor determinante na redução da radiação.

O espectro da radiação solar divide-se em três partes: a) ultra violeta; b) visível e; c)

infra-vermelho. A parte de luz visível é a parte que se denomina LUZ e encontra-se no intervalo entre 0.4 a 0.7 micrómetros começando pela cor violeta, seguida de azul, verde, amarela, laranja e vermelha respectivamente (Figura 17). Esta parte, a luz visível, é a que se representa como recurso para as plantas verdes, ou seja, é a luz visível que é usada no processo fotossintético, por isso, este intervalo de luz é denominado de Radiação Fotossinteticamente Activa (RFA).

Do total de energia transmitida pelo sol apenas uma parte atinge a superfície da terra. Uma parte é absorvida ou difundida pelas partículas da atmosfera, outra é reflectida, outra é transmitida pelas plantas. O exemplo mais clássico deste fenómeno é o da radiação ultravioleta que é absorvida pela camada de ozono atmosférico.

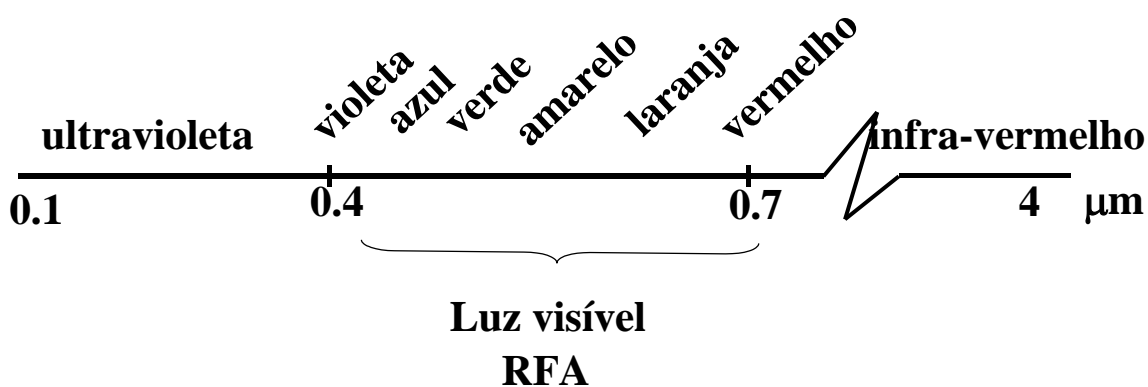


Figura 17. Espectro de radiação solar.

ii) Luz que recebem as plantas

Nos sistemas florestais e agroflorestais (de culturas consociadas), a luz que chega a uma folha pode ser absorvida, reflectida ou transmitida. A quantidade de luz que alcança um determinado nível de vegetação varia de quantidade e de qualidade de acordo às condições atmosféricas e da posição dentro da vegetação em relação a outras plantas (Figura 18). Assim, a luz mostra variações sistemáticas e previsíveis - as variações diárias e estacionais; e as variações não sistemáticas e imprevisíveis que dependem do crescimento e desenvolvimento das plantas vizinhas.

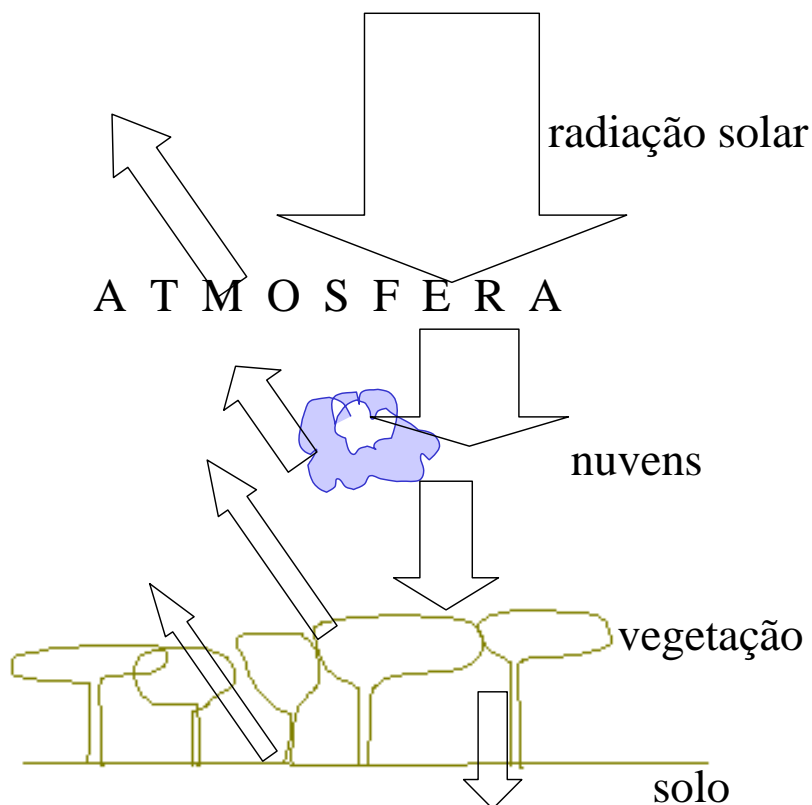


Figura 18. Luz que recebem as plantas

2.2. Temperatura

A banda infravermelha (ou térmica) da radiação solar é responsável pela temperatura, daí que muitas vezes a luz esteja relacionada com a temperatura pelo facto de viajar no mesmo veículo.

A temperatura é um dos mais importantes factores que condicionam o desenvolvimento da vegetação. Nos climas temperados em especial onde o gradiente de temperatura é maior que nas zonas tropicais este aparece como um dos maiores influenciadores na distribuição e forma da vegetação. Nas regiões tropicais a temperatura não varia de forma considerável e mantém-se quase constante ao longo do ano, por isso não é considerado por alguns autores (Longman e Jenik, 1978) como factor sem importância, porém, não se deve menosprezar a importância desta, daí que se opta aqui o uso da seguinte expressão: "a temperatura não é factor limitante para o desenvolvimento da vegetação nas regiões tropicais".

2.3. Água

"Sem água não há vida!"

Este slogan de propaganda de uma companhia de águas resume todo este capítulo. A água representa um dos recursos básicos para a vida de todos os seres na terra. Muitas reacções químicas que ocorrem dentro dos organismos precisam de água como meio de ocorrência ou como reagente hidrolisante.

Nas regiões tropicais a principal fonte de água é a precipitação chuvosa, por isso a análise deste factor será feita na base da análise da distribuição e frequência da precipitação. Lembrando-nos que existe uma variação da precipitação do equador para os trópicos relacionada com a quantidade anual, distribuição anual e intensidade, e que este por sua vez é o principal factor climático (nas regiões tropicais) de variação da vegetação (veja capítulo 1) pode-se concluir que a "água" é o principal factor influenciador da vegetação nas regiões tropicais.

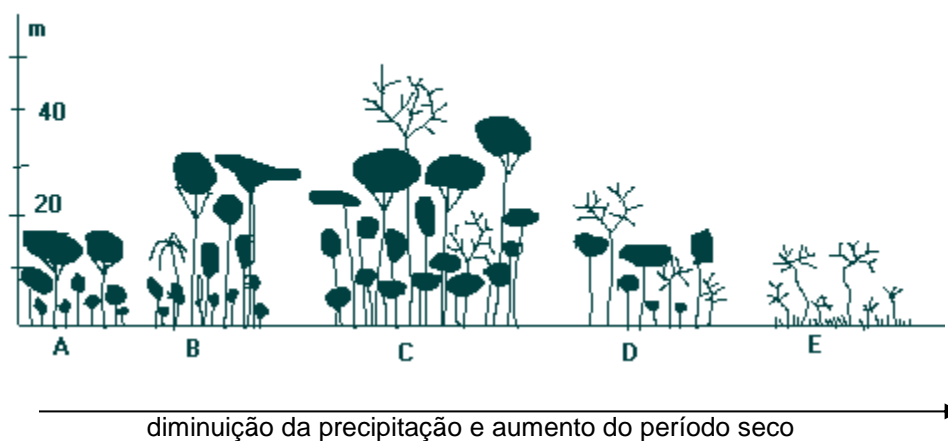


Figura 19. Influência da precipitação (água) sobre a vegetação nas regiões tropicais (Longman e Jenik, 1978).

Ao deslocar-nos do equador para os trópicos diminui a precipitação total, aumenta a diferença entre o período seco e húmido, aumenta a duração do período seco e aumenta o período de estiagem. O efeito destes factores sobre a vegetação é que na zona equatorial vamos encontrar vegetação sempre verde (florestas) muito diversificada em espécies porque não há um período seco propriamente dito. Nos trópicos já se verifica um certo período de pouca precipitação o qual se manifesta na vegetação pelo aparecimento de formações vegetais semidecíduas a decíduas de pouca altura e pouca diversidade de espécies. Nas regiões subtropicais o período seco³ chega a atingir os 8 meses por ano podendo suportar formações vegetais de florestas xerófilas, florestas abertas, savanas e prados (veja Figura 19).

A representação dos dados climáticos através de diagramas ombrométricos e climogramas oferece uma ideia mais fácil de interpretar os parâmetros precipitação e temperatura e, por conseguinte a vegetação. A Figura 20 apresenta exemplos desta

³ Mês seco é aquele cuja precipitação total é inferior aos 50 mm.

forma de representação seleccionados de quatro (note-se que nesta versão apenas estão duas estações) estações meteorológicas de Moçambique representando climas diferentes.

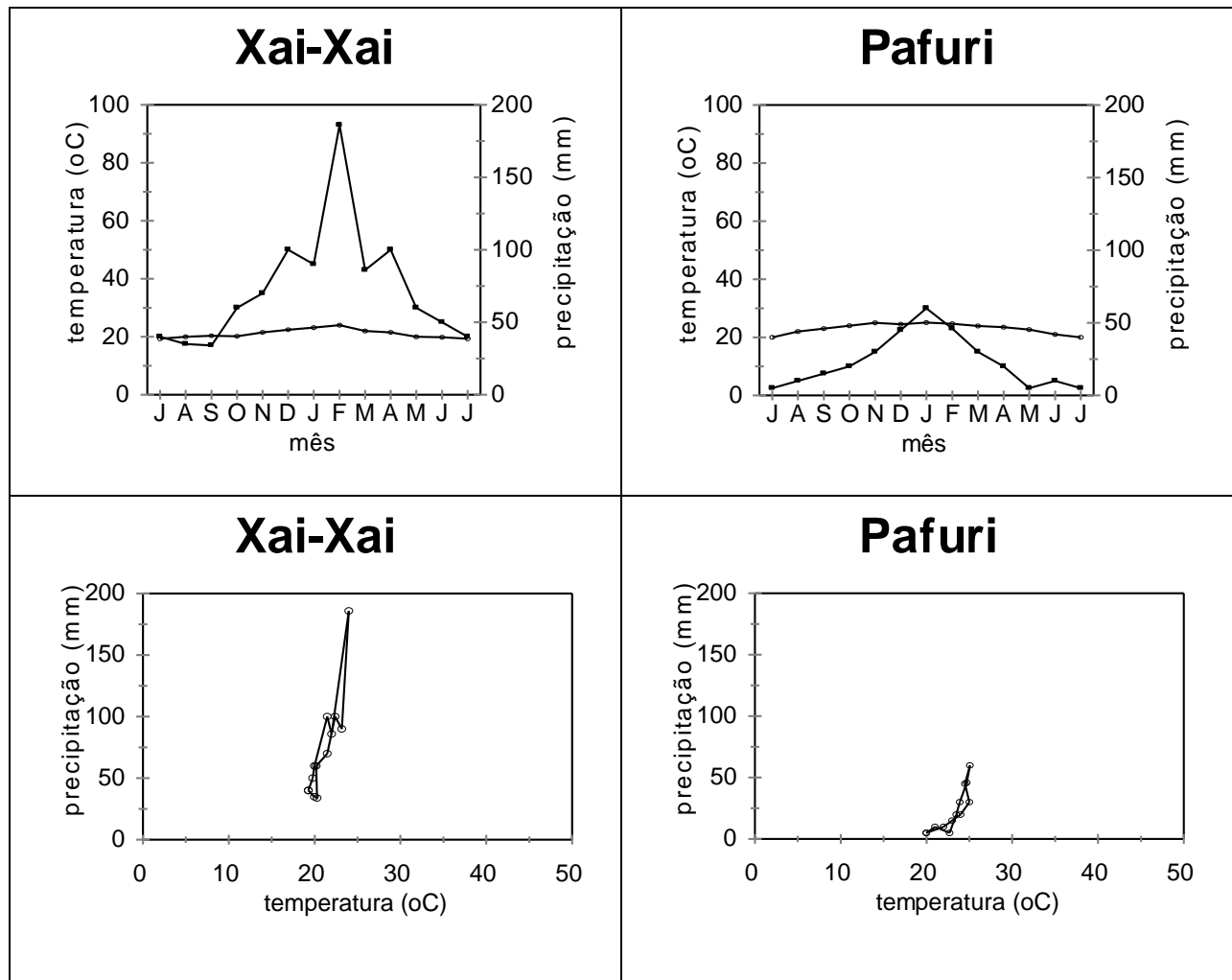


Figura 20. Representação dos dados climáticos através de diagramas ombométricos e climogramas.

A estação de Madal representa um clima tropical húmido na região norte. A forma da figura resultante é típica para este tipo de clima: mais largo do que alto; o que significa mior variação de precipitação e pouca variação de temperatura; poucos meses secos (neste caso 3). A posição desta figura pode variar para cima ou para baixo ou ainda para a esquerda ou para a direita dentro de certos limites dos climas tropicais. Uma mudança num parâmetro que afecta o clima modifica o comportamento desta figura. O exemplo de Manica é ilustrativo desta situação onde se tem um clima tropical modificado pela altitude.

Ao deslocarmo-nos para o sul a precipitação total vai reduzir; o período seco aumenta (6 meses em Maputo e 9 em Pafuri). Por outro lado verifica-se pouca amplitude de

precipitação e uma variação maior em temperatura. A tendência da figura é de ser mais alta do que larga.

A vegetação destas estações é descrita como miombo semi-decíduo de alta pluviosidade para Madal; miombo decíduo de alta pluviosidade de altitude intermédia para Manica; floresta aberta de folha larga em Maputo e savana de Mopane em Pafuri. Se recorremos à análise estrutural destas formações vegetais (capítulo 1) podemos observar que a complexidade e a altura total da vegetação vai diminuindo à medida que diminui a precipitação total e aumenta a duração do período seco (Figura 21).

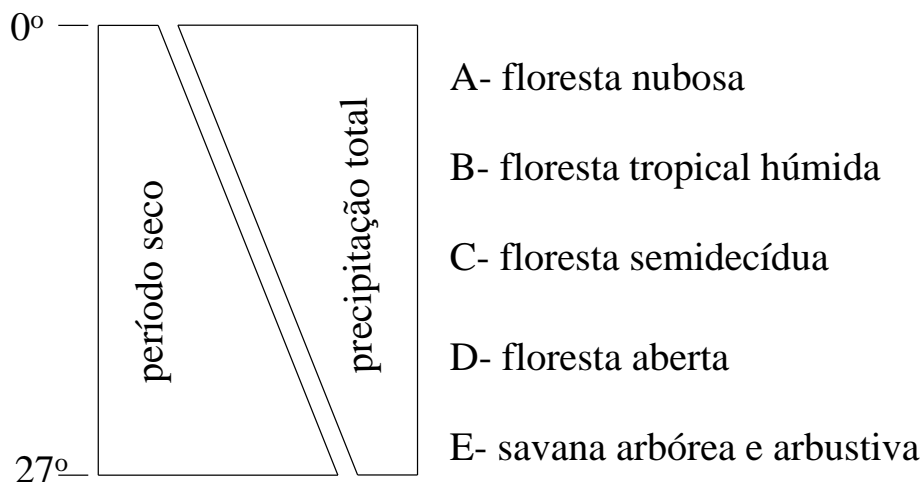
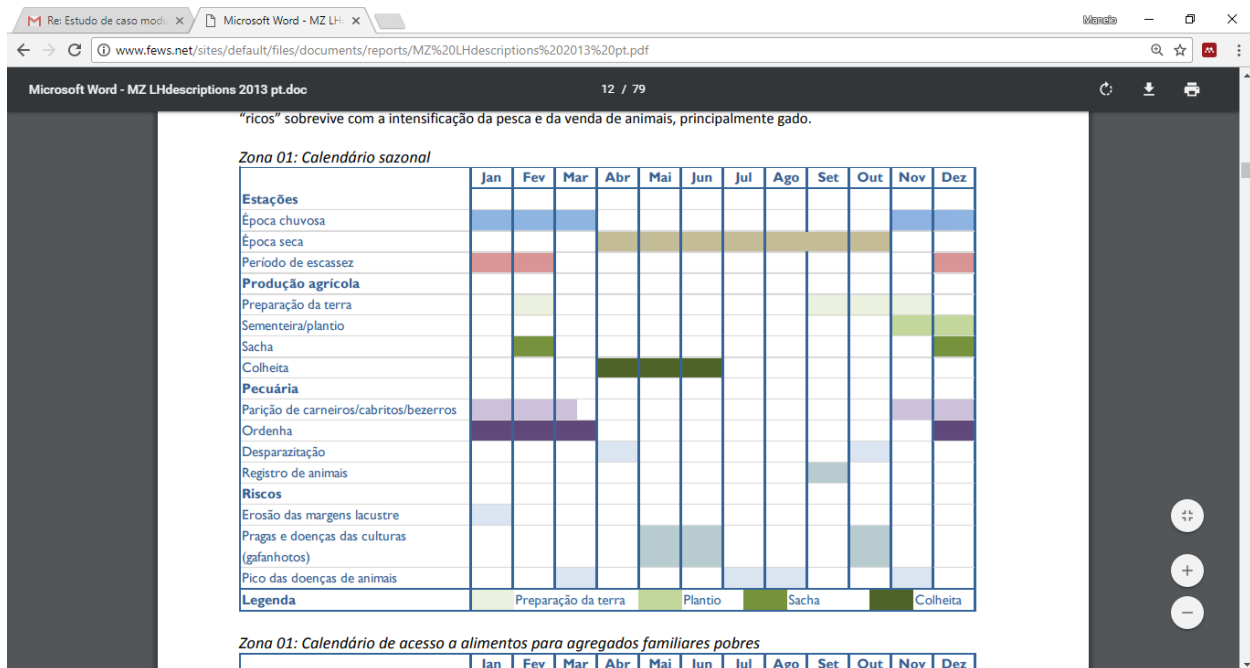


Figura 21. Variação do tipo de vegetação de acordo com a quantidade de total de precipitação e duração do período seco na região tropical.

Se bem que esta é uma regra básica seguindo o padrão de distribuição da precipitação pelo trópico, deve-se dizer também que existem outros factores que influenciam a precipitação dentro deste âmbito e, por conseguinte, modificar esta regra geral de distribuição da vegetação. É o caso das zonas montanhosas, as quais apresentam características climáticas não comuns para determinadas latitudes. A precipitação, a temperatura a humidade relativa entre outros factores vão variar e consigo também o tipo de vegetação.

Calendário sazonal

(<http://www.fews.net/sites/default/files/documents/reports/MZ%20LHdescriptions%202013%20pt.pdf>)



O ciclo da água

Ciclo natural

A reutilização da água na agricultura

2.4. Solos

O solo constitui o suporte físico e fonte de nutrientes para a planta. A sua importância é decisiva na distribuição geral da vegetação e no desenvolvimento dos vegetais. Se bem que os factores do clima (precipitação e temperatura) influem de maneira significativa na distribuição da vegetação, também é válido afirmar o mesmo sobre o solo, pois, como se fez referência antes, a planta desenvolve-se em dois meios básicos (o aéreo e o edáfico). Não existe uma regra geral que dite qual o factor mais importante (se o clima ou o solo). Tudo depende de cada caso, porém para generalizar diria que todos os factores interactuam em conjunto para ditar a distribuição da vegetação. Deve-se fazer referência, no entanto, ao facto que nos casos em que o factor clima - lembre-se que este actua numa vasta extensão de superfície - não se apresenta como limitante, o solo - que tem uma variação mais brusca numa área muito mais pequena - normalmente apresenta-se como o factor limitante, isto é, o solo determina as variações em pequenas áreas dentro de um mesmo clima. Como exemplo deste feito é a ocorrência de formações vegetais ditas "edáficas" as quais são basicamente condicionadas pelo tipo de solo (ex: mangal); em contrapartida às formações "climáticas", que são condicionadas pelo tipo de clima (ex: floresta aberta).

As características físicas e químicas do solo são muito importantes no desenvolvimento da planta pois são estas que ditam (a) a disponibilidade de nutrientes e (b) a possibilidade de penetração das raízes para suporte físico da planta. Ora, um solo arenoso tem a capacidade de ser de fácil penetração para as raízes, mas por outro lado não tem capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, dos nutrientes, portanto, é um solo não adequado para o desenvolvimento vegetal. No outro extremo, um solo argiloso pesado, com uma alta capacidade de retenção de nutrientes e de água, é demasiado duro para a penetração de raízes vegetais. Um solo de características médias, por exemplo, um solo franco-argilo-arenoso, seria o ideal para um bom desenvolvimento vegetal (Figura 22).

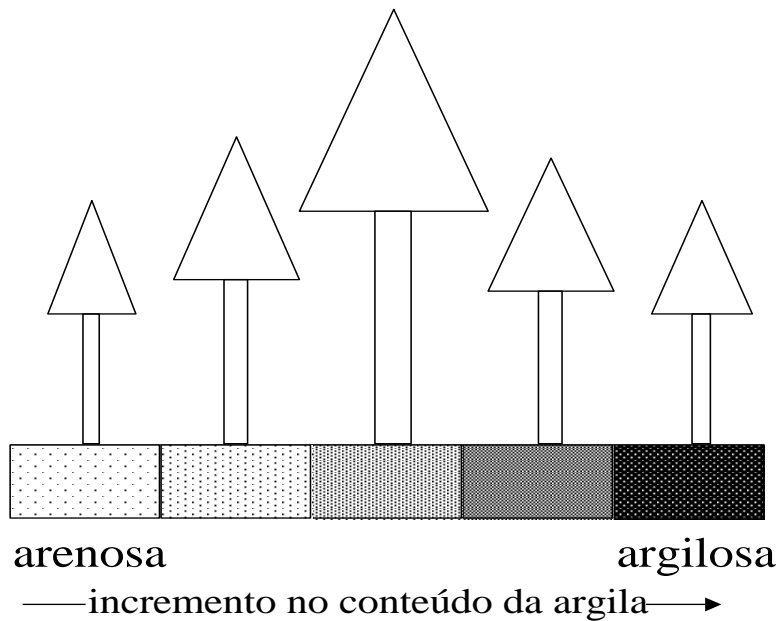


Figura 22. Influência da textura do solo sobre o desenvolvimento da vegetação (Spurr e Barnes, 1980).

i) Ciclo de nutrientes

Nutrientes das plantas (elementos e compostos orgânicos) são categorizados pelos fisiologistas vegetais como macro e micro nutrientes de acordo com as quantidades requeridas pelas plantas se são grandes ou pequenas respectivamente. Um exemplo, de elementos requeridos pelo trigo encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3. Percentagem de concentração de peso seco de elementos essenciais em plantas superiores. (Barbour, et al. 1987).

Carbono	45%	Enxofre	0.1%
Oxigênio	45	Cloro	0.01
Hidrogênio	6	Ferro	0.01
Nitrogênio	1.5	Manganês	0.005
Potássio	1.0	Boro	0.002
Calcio	0.5	Zinco	0.002
Magnésio	0.2	Cobre	0.0001
Fósforo	0.2	Molibdênio	0.0001

O estado nutricional duma planta, de acordo com a disponibilidade de nutrientes, pode ser descrita como (a) deficiente, (b) adequada, ou (c) excessiva. A deficiência pode ser de apenas um ou mais elementos essenciais e pode provocar sintomas na vegetação, os quais são típicos para cada espécie e para cada elemento ou conjunto de elementos faltantes. Quando a concentração de nutrientes excede os limites de tolerância, mesmo os elementos essenciais podem tornar-se tóxicos, por isso o ideal é ter os nutrientes requeridos em quantidades adequadas.

Os elementos circulam dentro do sistema e intercambia-se com outros sistemas dando a chamada circulação intra-sistema e inter-sistema (Figura 23). Em ambos casos os elementos podem estar na fase orgânica ou mineral - daí a denominação de ciclo biogeoquímico à circulação geral de elementos pelo sistema vivente, o seu retorno à fase mineral e a sua absorção de novo para o sistema vivente.

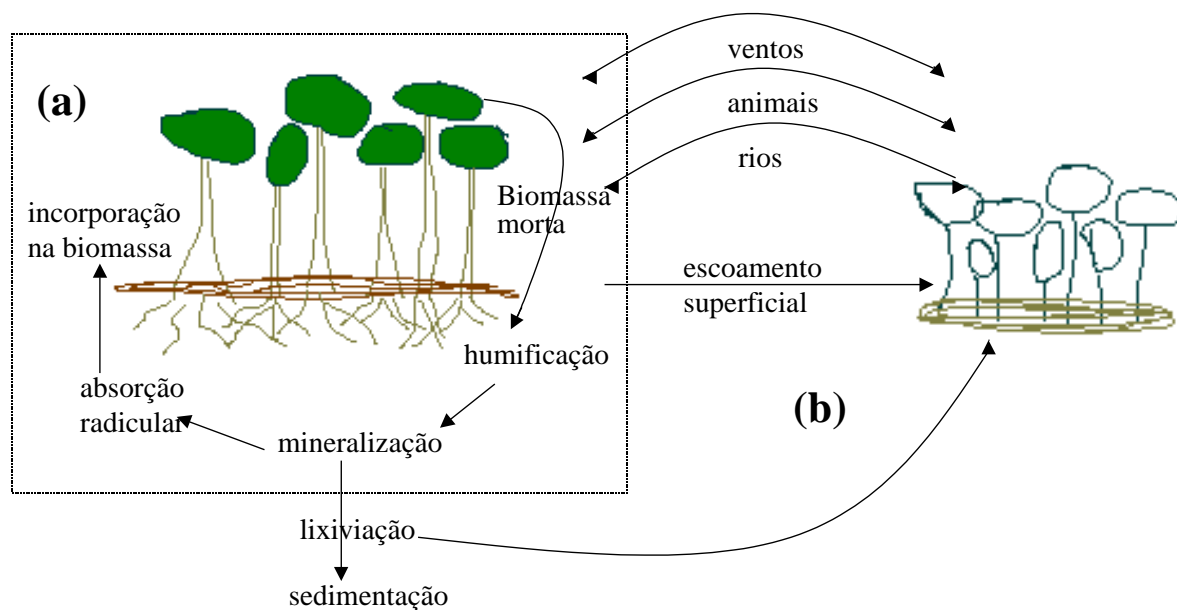


Figura 23. Circulação de nutrientes (a) intrassistema; (b) intersistemas.

A circulação dos elementos dá-se por duas vias essenciais: (a) aqueles que apresentam uma grande fase gasosa estão incluídas no ciclo gasoso que é de âmbito regional e inter-sistemas; (b) aqueles que carecem duma fase gasosa e perfazem o seu ciclo nos sedimentos. Estes últimos são normalmente basicamente de circulação intra-sistema e o seu ciclo é muito mais lento que os gasosos; a sua circulação entre sistemas é insignificante e pode realizar-se por meio de animais ou de erupções que removem a terra e trazem à superfície os elementos que se haviam sedimentado. Um desequilíbrio (dentro de um sistema) nos elementos de ciclo gasoso é facilmente compensado por outros sistemas próximos, enquanto que o desequilíbrio de um elemento de ciclo sedimentar pode ser fatal para o sistema, pois a sua mobilização desde outros sistemas, ou o seu retorno dentro do mesmo sistema é muito lento e casual. Alguns elementos como o enxofre, podem apresentar-se nos ciclos gasoso e no sedimentar, porém este deve ser incluído dentro da fase em que se apresenta disponível para a planta.

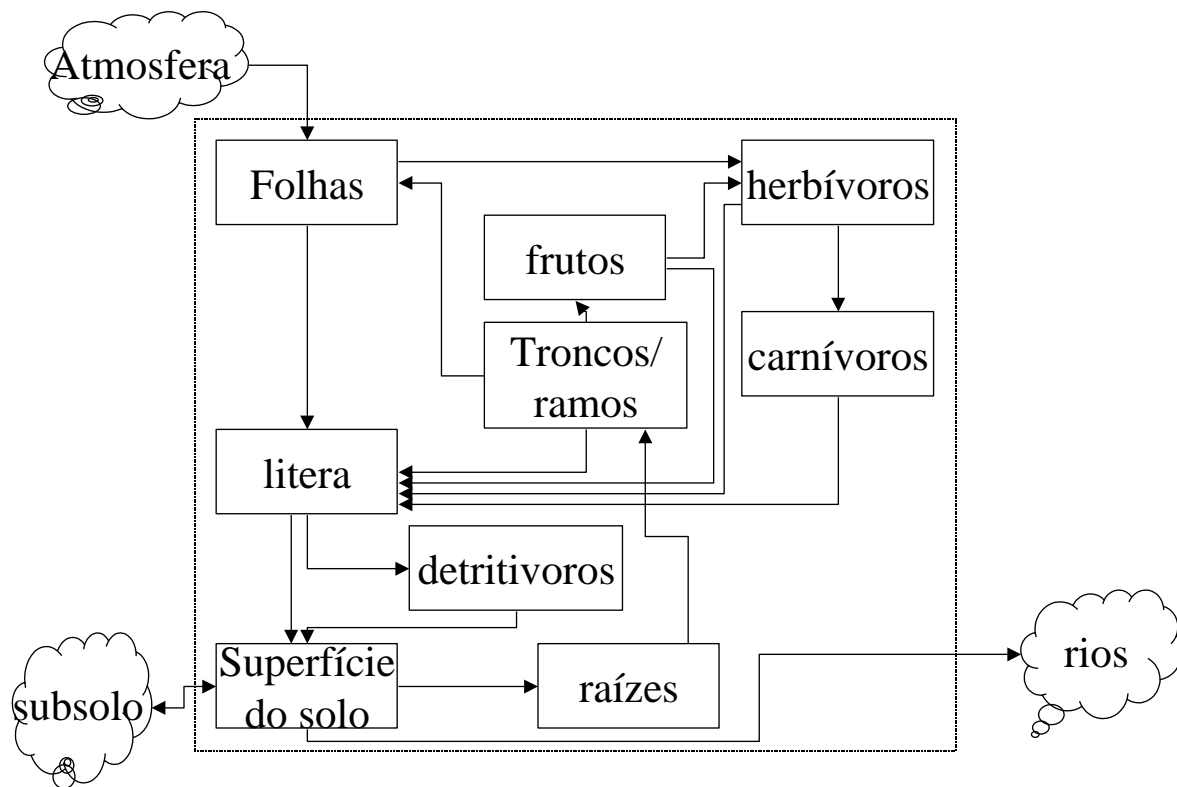


Figura 24. Modelo conceitual de ciclagem de nutrientes

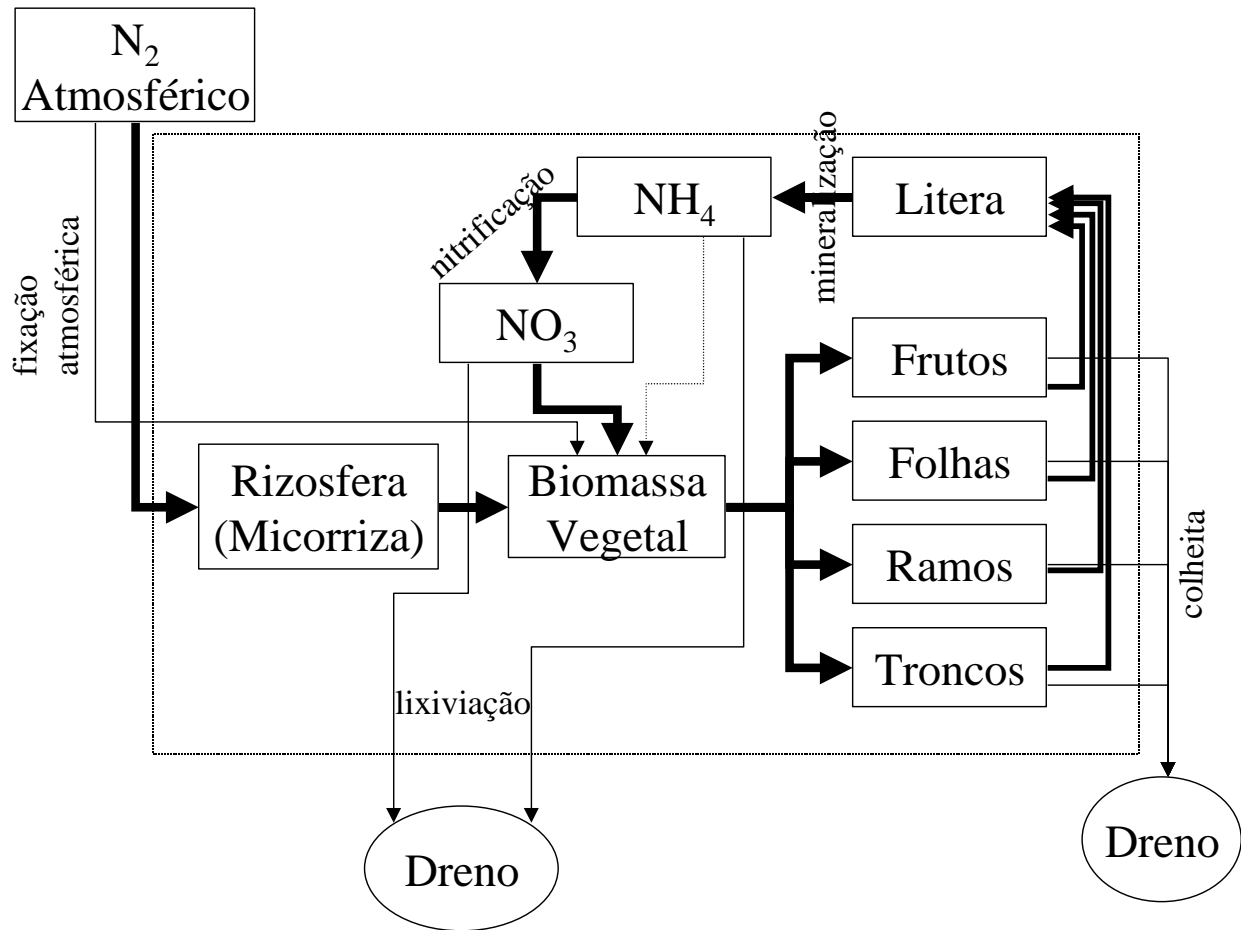


Figura 25. Ciclo de nitrogênio – um exemplo de um elemento com uma fase gasosa importante.

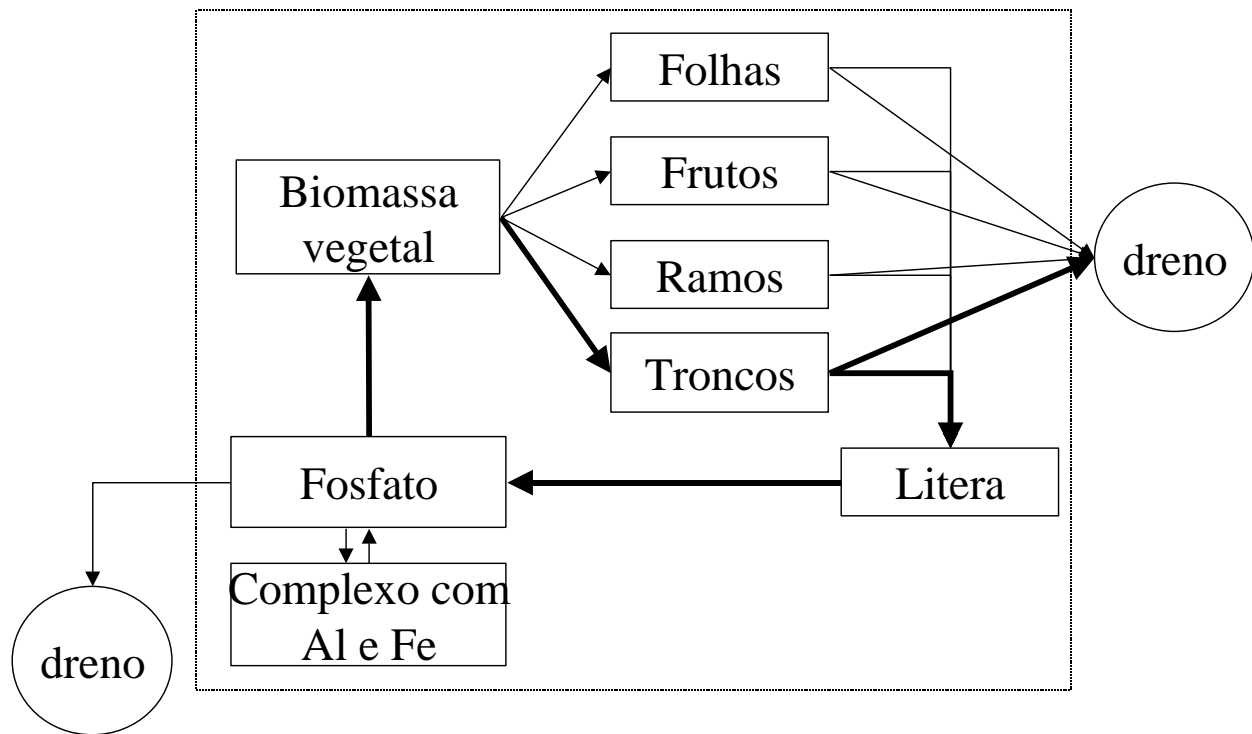


Figura 26. Ciclo do fósforo – um exemplo de um elemento de ciclo sedimentar

ii) Armazenamento e fluxo de nutrientes

O armazenamento e fluxo de nutrientes é muito importante na medida em que ajuda a explicar a localização e a mobilidade dos nutrientes dentro de um ecossistema. Vários autores enfatizam, e com razão, que o movimento de nutrientes entre as partes de um sistema é muito mais importante do que a sua localização num determinado período de tempo. A reciclagem intra-sistema ocorre quando a planta absorve e assimila os nutrientes, a queda de partes vegetais e a sua posterior decomposição biológica.

A rapidez com que os nutrientes passam duma fase para outra é muito variável: tanto pode levar apenas uns minutos assim como pode durar séculos ou milénios. Por exemplo, no processo de fotorespiração a planta capta o carbono da atmosfera e em poucos minutos torna a colocá-lo na atmosfera (disponível para ser utilizado por esta ou outras plantas); um elemento incorporado na estrutura de uma folha de uma planta anual poderá retornar à disponibilidade anualmente; por outro lado, um elemento incorporado na estrutura lenhosa de uma árvore longeva pode durar muitos séculos a ser reincorporado na fase mineral.

A localização e circulação de nutrientes num sistema varia de uma região para outra de acordo com as condições climáticas da região. No clima temperado os processos

biológicos e geológicos são mais lentos que no clima tropical. Por outro lado, a maioria dos nutrientes numa floresta temperada está concentrada na camada de humus e falta-lhe mineralização enquanto que na floresta tropical a maioria dos nutrientes encontra-se na estrutura vegetal (fase orgânica) (Figura 27).

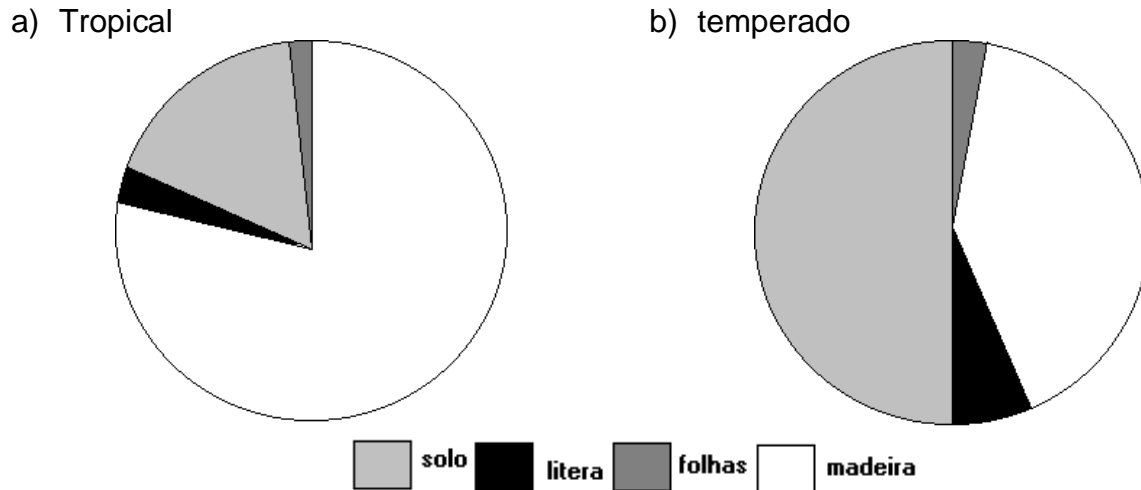


Figura 27. Localização de nutrientes num ecossistema florestal (a) tropical; (b) temperado (Longman e Jenik, 1978. pág. 38).

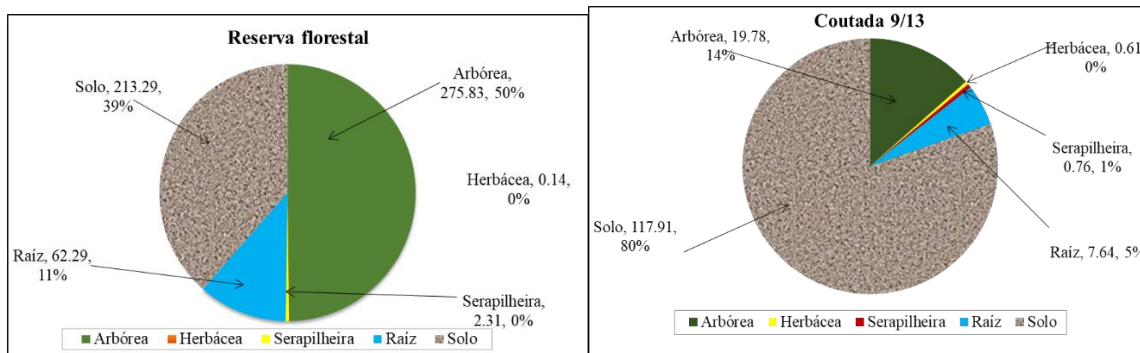


Figura XXX. Distribuição do Carbono Orgânico em diferentes componentes do ecossistema florestal

2.5. Ventos

Os ventos podem influir de forma directa ou indirecta sobre a distribuição natural da vegetação. A influência de maior importância é de forma indirecta, ao influenciar a circulação geral do ar e, consigo, a distribuição e frequência da precipitação de uma dada região. Os ventos movem-se das regiões de alta para as baixas pressões transportando consigo o vapor de água.

A vegetação numa dada região também pode sofrer directamente os efeitos do vento provocando uma deformação na estrutura física das árvores ou reduzindo a produtividade de um cultivo agrícola. É comum encontrar na zona litoral, onde os ventos são predominantes, uma formação arbustiva deformada em forma de bandeira. Por outro lado, regiões tropicais com frequência de ciclones evidencia uma estrutura e composição características de uma floresta perturbada constantemente - é assim que alguns autores mencionam a existência de "florestas ciclónicas" aquelas que são determinadas por este tipo de perturbações.

Por outro lado, os ventos têm outro efeito sobre a vegetação ao contribuir na circulação de nutrientes através do processo de desenraizamento de árvores trazendo consigo as partes mais interiores do solo para a superfície e ao mesmo tempo colocando a biomassa (da árvore caída) à disposição dos decompositores. Também as tempestades podem trazer consigo uma suspensão coloidal de nutrientes e efectuar uma deposição numa dada região - este é o processo de circulação inter-sistemas de nutrientes.

A vegetação em si é directamente influenciada pelo vento na medida em que este é indicado como agente polinizador e de dispersão de sementes.

2.6. Queimadas

As queimadas são um outro factor de extrema importância na distribuição da vegetação. Existem várias fontes de queimadas na vegetação: os relâmpagos, a lava dos vulcoes, os fogos provocados pelo homem (para agricultura e para caça).

Na situação de Moçambique as principais causas das queimadas são as actividades humanas. Não estaria muito errado se afirmasse que nas regiões Centro e Norte de Moçambique todas as florestas são queimadas pelo menos uma vez por ano. Sendo assim, é lógico concluir que a vegetação destas zonas possui determinadas características adaptativas às queimadas anuais (Figura 28). Foram reportadas algumas espécies arbóreas (p.e. *Pterocarpus angolensis*) cuja semente não germina sem que passe por uma fogueira (Campbell 1996).

As queimadas são quase sempre resultado de actividades humanas para (a) agricultura: o camponês antes de entrar na machamba com a enxada a capinar primeiro passa fogo sobre o capim que está na machamba; estes fogos muitas vezes ficam descontrolados queimando grandes áreas florestais; (b) caça: para afogentar os animais de uma área para caírem nas armadilhas dos caçadores; ou depois de apanhar os animais o processo de conservação comumente usado é a secagem; esta exige o estabelecimento de uma fogueira, a qual é feita dentro da própria floresta; depois do trabalho feito, o fogo pode-se alastrar e ficar descontrolado; (c) pastagem: no período seco, nas zonas onde se pratica actividade pecuária há deficiência de pastos frescos

para os animais porque o capim está seco; o método que se usa é queimar largas áreas (muitas vezes descontroladamente); a queimada vai eliminar a parte aérea das ervas deixando a parte radicular; esta, por sua vez vai criar condições para a rebrotação de novas folhas proporcionando uma boa pastagem para os animais.



Figura 28. Queimadas descontroladas constituem um factor determinante na ocorrência e distribuição da vegetação das regiões subtropicais. Na imagem, (a) florestas de miombo são queimadas anualmente como resultado de actividades humanas diversas provocando danos nas florestas; (b) as queimadas são também utilizadas de maneira controlada como ferramenta para o manejo das pastagens.

2.7. Factores bióticos

Como se viu anteriormente, nenhum indivíduo na natureza vive separado de outros seres vivos, portanto, há sempre outros indivíduos à sua volta, estes podem ser da mesma espécie ou de espécie diferente. Como cada indivíduo tem os seus requerimentos em termos de nutrientes e condições de vida que pode coincidir com as dos outros é fácil concluir que um indivíduo será sempre influenciado pelos seus vizinhos duma forma directa ou indirecta. A capacidade competitiva entre indivíduos de diferentes espécies que leva à não ocorrência de outros é o exemplo mais comum de influência de factores bióticos. Porém alargando o termo biótico para outros elementos que não só as plantas, observa-se que os animais, dependem da vegetação como sua principal fonte de alimentação. Este processo de alimentação representa uma influência na vegetação. Como exemplo deste caso tem-se indicado a desertificação

das regiões semi-áridas (nas regiões subtropicais) resultante do processo de sobre-pastoreio.

Efeitos dos factores bióticos são analisados com maior detalhe no capítulo 3 sob o nome de interações.

2.8. Factores antrópicos

Se bem que as acções humanas podem ser analisadas duma maneira geral dentro dos factores bióticos é comum apresentar-se este factor à parte devido às características particulares que este apresenta: o homem é o animal que maior influência tem dado sobre os ecossistemas naturais em geral e à vegetação em particular.

Se recuarmos uns anos atrás e verificarmos quantas áreas naturais havia no século XIX em todo o planeta e observarmos quanto existe hoje, vamos concluir que houve uma diminuição drástica principalmente devida às actividades humanas. Uma parte já foi indicada no capítulo dos fogos mas outras actividades como agricultura, construção de cidades, aldeias, estradas, emissão de gases e resíduos tóxicos, entre outras são resultado da actividade humana que resulta na destruição das massas naturais de florestas e outros campos naturais. Não é preciso ir longe nem recuar muito tempo para dar um exemplo do fenómeno de influência humana na vegetação: em Moçambique, à volta das grandes cidades já não se encontra nenhuma floresta como resultado de corte para fornecimento de combustível lenhoso às populações urbanas e suburbanas. Duma forma geral, toda a actividade agrícola e silvícola é uma influência humana na vegetação. O exemplo ilustrado pela Figura 29 indica a converção de florestas naturais em campos agrícolas no distrito de Mecubúri em Nampula.

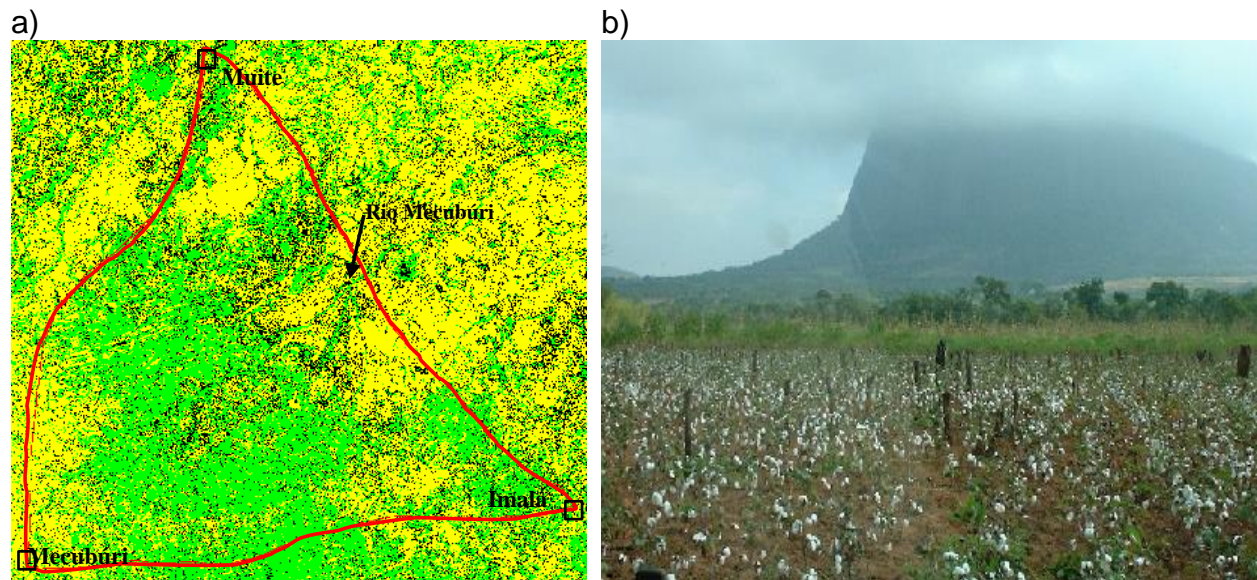


Figura 29. A destruição de habitats naturais para fins agrícolas é uma das principais causas de mudança dos ecossistemas terrestres. Na imagem (a) a Reserva Florestal de Mecuburi mostrando os remanescentes de uma floresta densa e (b) um campo de algodão no distrito de Mecubúri, ao fundo o

monte Marravi (Mushove et al 2001).

Resumo teórico do conceito de "factores"

Os factores abióticos do meio ambiente, de acordo com a sua influência sobre os organismos, ou a influência dos organismos sobre estes, podem ser classificados em dois grupos (Begon et al, 1986): a) condições e b) recursos.

Condições: factores ambientais, abióticos que variam no espaço e no tempo perante os quais os organismos reagem diferentemente. Entre exemplos de condições encontramos o pH, temperatura, salinidade e humidade relativa. Suas quantidades não diminuem como resultado da actividade biológica, porém, podem ser modificadas pela presença de um organismo, por exemplo, a temperatura do nível do solo pode ser modificada pela presença de vegetação. As condições não são consumidas ou usadas pelos organismos.

Recursos: são todas as coisas que são consumidas pelos organismos. Suas quantidades são diminuídas pela actividade biológica reduzindo a sua disponibilidade para outros organismos. Ex: nitrato, fosfato, luz e água, que são absorvidos pelas plantas e incorporados no seu organismo e suas quantidades reduzem com a actividade biológica.

Os recursos dos seres vivos são principalmente aqueles materiais dos quais os seus corpos são compostos, os lugares ou os espaços que ocupam durante sua vida e a energia que lhes possibilita a realização das suas funções vitais. Neste conceito, o termo "consumido" não significa necessariamente "comido" ou incorporado na biomassa, mas também significa "ocupado" (espaço, lugar).

A estratégia biológica de uma espécie varia de uma etapa a outra da sua vida e determina, em parte, o gradiente onde cada espécie pode viver: **o nicho**. As estratégias biológicas gerais foram estudadas no capítulo 1 como sendo r e K, e definem as estratégias de uso dos recursos.

Uma determinada espécie E pode sobreviver, crescer, reproduzir-se e manter-se de uma geração a outra dentro de certos limites (máximo e mínimo) de temperatura. Esta amplitude de temperatura é denominada nicho ecológico unidimensional (dimensão=temperatura) para a espécie E e é representado por uma linha. Porém, a realidade mostra que há outros factores (recursos e condições) que influem na vida dos organismos e estabelecem os seus limitantes de ocorrência. Assim, considerando outro factor, por exemplo, luz, podemos estabelecer um intervalo de intensidade de luz em que podemos encontrar uma determinada espécie. Adicionado este factor ao nicho unidimensional, obteremos um nicho ecológico bidimensional, o qual é representado por uma superfície. Ao incluir um terceiro factor, obtem-se um nicho volumétrico tridimensional para a espécie em causa. Por fim ao incluir o n-ésimo factor obteremos

o nicho hipervolumétrico de Hutchinson (Begon et al, 1986) que é, aliás, a situação real que se encontra na natureza pois para cada indivíduo actua uma série de factores que estabelecem limites para sua ocorrência.

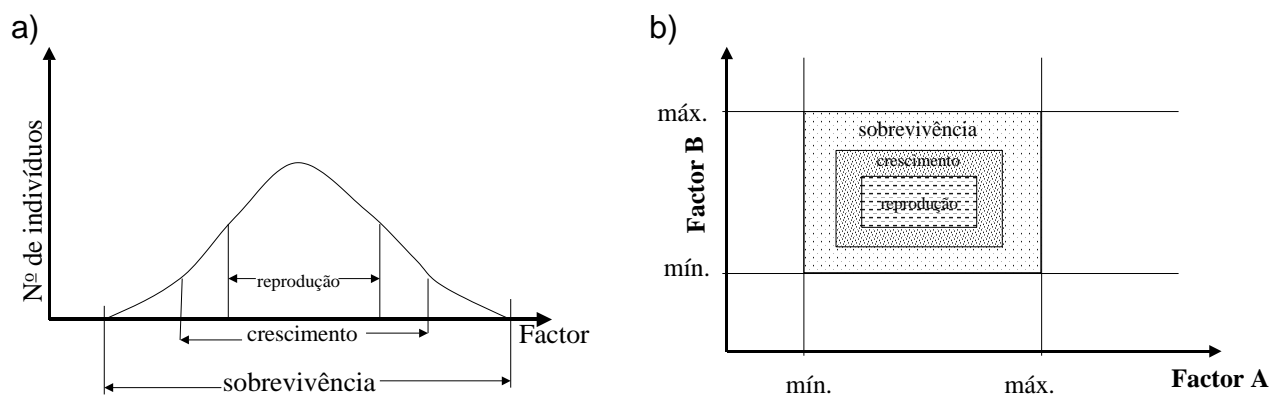


Figura 30. Nicho ecológico (a) uni-dimensional e (b) bi-dimensional

Uma vez criadas as condições para a ocorrência de uma espécie e a quantidade e qualidade de recursos presente, ou seja, uma vez presente o nicho ecológico de uma espécie, podia esperar-se que sempre estivesse presente a espécie dentro daquele lugar, porém isso não é sempre assim pois ainda existem outros dois requisitos essenciais necessários para a ocorrência de uma espécie num determinado lugar: (a) tem que ser capaz de chegar ao lugar; este factor depende da capacidade de colonização da espécie e da distância a que se encontra o sítio; (b) a ocorrência poderá ser limitada ou definida pela presença de outros organismos competidores ou predadores.

Com base na constatação anterior podem ser definidos dois conceitos diferentes de nicho: i) nicho fundamental, aquele que é definido pelos recursos e condições disponíveis na ausência de competidores e predadores. ii) nicho realizado, aquele que é definido pela presença de recursos e condições e de competidores e predadores.

Deve-se ter atenção ao analisar o conceito de nicho, pois é um conceito abstrato, o qual não deve ser confundido com o de habitat. Não é preciso fazer medições ao longo de cada factor para depois quantificar o nicho, este é apenas um conceito que traz a

ideia dos requerimentos (e factores limitantes) de um organismo num só termo. O nicho ecológico é característica de um organismo. O habitat é um lugar que pode proporcionar nichos diferentes. Ex: o habitat de uma floresta pode apresentar nichos para árvores, orquídeas, fetos e outras espécies.

Zonas Agroecológicas de Moçambique

Definição de ZAE

Descrição de cada uma das 10 zonas



Características de cada região agro-ecológica

Região	Precipitacao	Clima	Solos
1	400-800	Semi-árida seca	Arenossolos e Nitossolos
2	800-1000	Semi-árida húmida	Arenossolos, Fluvisolos
3	400-800	Semi-árida e árido	Manangas e Arenossolos
4	1000-1200	Sub-húmida, Semi-árida húmida	Ferralssolos e Luvisolos
5	1000-1400	Semi-árida húmida, húmido	Fluvisolos e Arenossolos
6	400-600	Semi-árida seca	Lixissolos e Fluvisolos
7	1000-1200	Semi-árida húmida, sub-húmidas	Ferralssolos, Luvisolos e Acrissolos
8	800-1200	Semi-árida húmida, semi-árida seca	Lixissolos, Leptossolos e Arenossolos
9	800-1000	Tropical húmido	Arenosos avermelhados
10	1400-1800	Tropical de altitude	Franco argiloso avermelhado e Delgado

São reconhecidas genericamente dez zonas agro-ecológicas amplas, com base nas respectivas condições agro-ecológicas (Figure 1):

R1: A região do interior de Maputo e a região do Sul de Gaza, é predominantemente uma região de produção de mandioca, milho e pecuária;

R2: A região litoral a Sul do Rio Save é primordialmente uma zona de produção de mandioca, castanha de caju e coco;

R3: A zona do centro e Norte de Gaza e oeste de Inhambane, descrita como uma das partes mais áridas de Moçambique é propícia para a produção de mapira e mexoeira;

R4: A região de altitude média do centro de Moçambique é uma zona predominantemente de produção de milho, mapira, mandioca e feijão-nhamba;

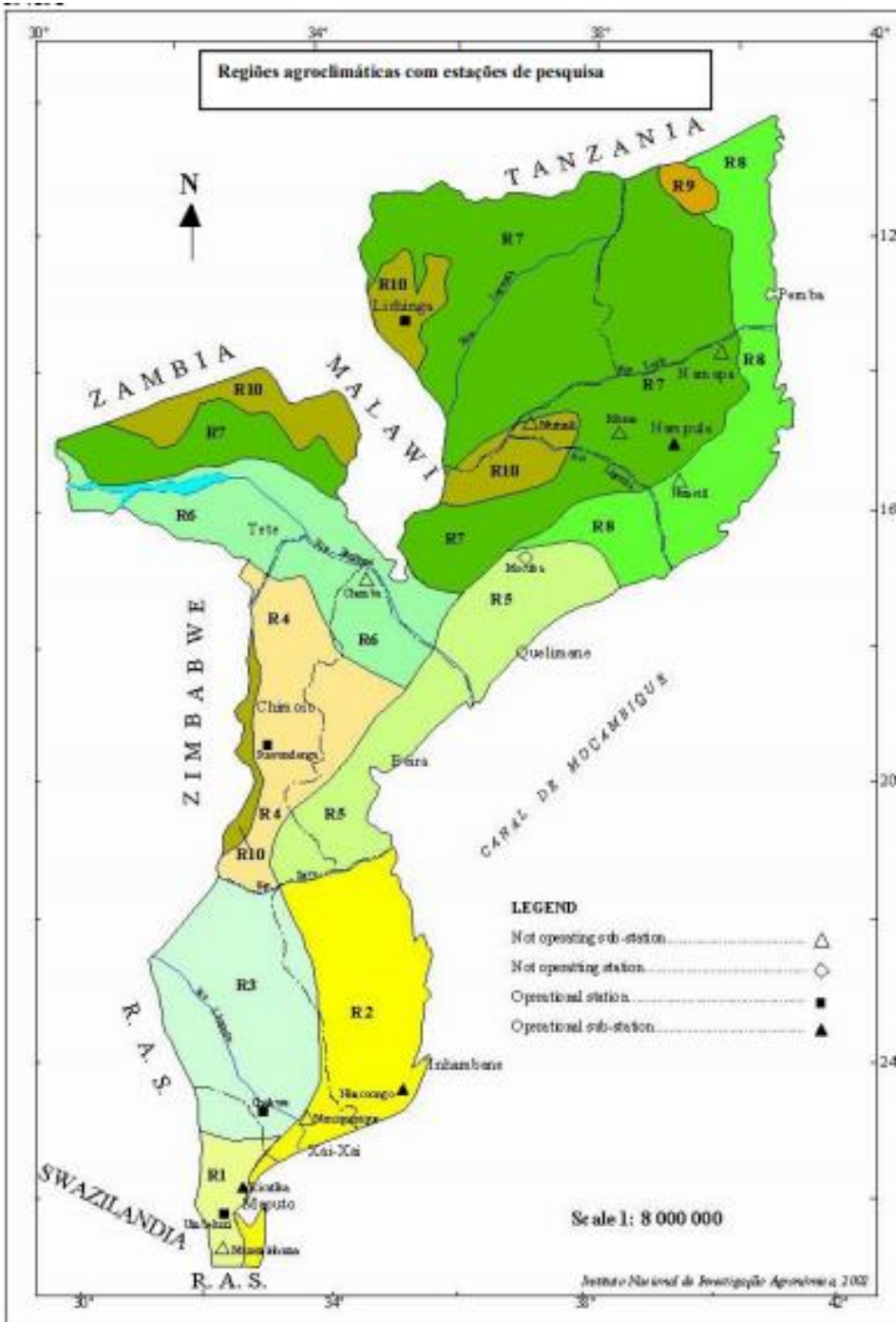
R5: A região de baixa altitude de Sofala e Zambézia é dominada pelo cultivo de arroz;

R6: A região semi-árida do Vale do Zambeze e o Sul da Província de Tete, incluindo as partes mais secas da bacia do Zambeze é primordialmente uma zona de produção de mapira, mexoeira e mandioca;

R7: A região de altitude média da Zambézia, Nampula, Tete, Niassa e Cabo Delgado é dominada em grande parte por mandioca e diferenciada em sub-regiões por milho e mapira;

R8: O litoral costeiro da Zambézia, Nampula e Cabo Delgado é principalmente caracterizado pela produção de mandioca e mexoeira;

R9: A região Norte de Cabo Delgado, incluindo os planaltos de Mueda e Macomia é uma zona de produção de milho, mapira, feijão-nhema e mandioca; e
 R10: A região de altitude elevada da Zambézia, Niassa, Angónia e Máravia, incluindo as regiões planálticas, é conhecida como uma zona de produção de milho, mexoeira, feijões comuns e batata



PARTE 3

3. INTERAÇÕES ENTRE ORGANISMOS

A actividade de qualquer organismo altera o meio ambiente em que se encontra de uma forma directa ou indirecta. Os organismos podem alterar as condições - ex: a transpiração de uma planta arrefece a atmosfera - adicionar ou subtrair os recursos que poderiam estar disponíveis a outros organismos - ex: quando uma árvore sombreia outras plantas que estão abaixo de si ou quando um boi come capim.

Os organismos podem, então, interagir quando um indivíduo entra, duma forma ou outra, na vida dos outros. De acordo com o nível e a forma das interações, podemos classificá-las de diferentes maneiras. A classificação que se apresenta aqui é apenas uma delas, pois a literatura apresenta diferentes critérios de classificação: (a) competição; (b) predação; (c) parasitismo; (d) mutualismo; (e) detritivorismo (Begon et al, 1986).

3.1. Competição

É uma interação na qual um organismo consome um recurso que podia estar disponível para ser consumido por outro organismo. Como resultado da privação de um organismo de certos recursos, este cresce mais lentamente, deixa menos progénie e corre maior risco de morte. O acto de privar os recursos a um indivíduo por outro pode ocorrer entre membros da mesma espécie ou de espécies diferentes. Assume-se que indivíduos da mesma espécie têm as mesmas necessidades em termos de recursos e reagem uniformemente perante as condições e simetricamente perante a presença de cada um deles. Por outro lado, indivíduos de espécies diferentes podem ter requerimentos diferentes em termos de recursos e reagir assimetricamente perante a presença de cada um deles.

Deve-se ter em conta, porém, que o processo de selecção natural depende das diferenças entre membros da mesma espécie e, indivíduos da mesma espécie também podem diferir, nas suas condições, estágio de desenvolvimento etc. Por outro lado, indivíduos de espécies diferentes também podem usar os mesmos recursos. Ex: uma planta de milho pode ser privada do recurso luz por um cajueiro. Dentro deste contexto, podemos diferenciar dois tipos de competição: Competição Intraespecífica e Iterespecífica.

3.1.1. Competição intraespecífica

Indivíduos da mesma espécie têm requerimentos muito similares para sobreviver, crescer e reproduzir-se. A sua acção conjunta na demanda de recursos pode exceder a disponibilidade imediata. Então os indivíduos competem e, não surpreendentemente,

alguns ficam privados destes.

Conceito: Competição é uma interação entre indivíduos afectados por um requerimento compartilhado de um recurso de disponibilidade limitada conduzindo a uma redução do crescimento e/ou reprodução e da sobrevivência dos indivíduos que competem.

Ex: uma plântula isolada que germina num solo fértil e na presença de condições óptimas, tem muita possibilidade de crescer até a maturidade reprodutiva. Provavelmente terá bom crescimento e dará muita progénie. Porém, se a plântula está cercada de muitas outras que germinaram primeiro, as quais sombreiam-na com suas folhas e reduzem os recursos do solo com as suas raízes, terá pouca possibilidade de sobreviver e, se puder sobreviver, terá um tamanho reduzido e produzirá pouca semente.

Com o exemplo anterior pode-se verificar que um aumento na densidade, diminui a contribuição individual para a próxima geração, e aliás, a densidade é o instrumento pelo qual a competição actua.

- Características da Competição intraespecífica

i) O último efeito da competição é a redução à contribuição individual na geração seguinte (redução comparado ao que seria em caso de ausência de competição).

A competição intraespecífica leva à redução da taxa individual de captura de recursos e esta por sua vez, à redução da taxa de crescimento individual ou redução das reservas armazenadas no organismo. Isto, pode levar, por sua vez, à redução da taxa de sobrevivência e/ou redução da fecundidade.

ii) Só há competição caso haja limitação de recursos

Por exemplo: O₂, um recurso absolutamente essencial, não é algo pelo qual as plantas herbáceas numa pastagem competem; a sua disponibilidade excede a demanda. Similarmente, só se compete pela luz, nutrientes, espaço, outro recurso caso se apresente em disponibilidade limitada.

Em muitos casos os indivíduos que competem apenas se deparam com a escassêz de recursos como resultado do consumo dos outros, sem, contudo, interagirem directamente entre si. Ex: uma planta herbácea é afectada pela presença de plantas vizinhas porque a zona onde extrai os recursos (luz, água, nutrientes) está sobreposta pela "zona de diminuição de recursos" das plantas vizinhas. Neste caso, a competição é descrita como de exploração. Por outro lado, existe a competição de interferência, a qual se verifica muito amiúde, entre animais, os quais podem ocupar territórios e defendê-los para que outros animais não retirem os recursos que nele se encontram; neste caso, o território também converte-se em recurso.

iii) Os indivíduos que competem são, na essência, equivalentes (mas na prática isso sucede muito pouco).

O simples facto de serem classificados como da mesma espécie implica que os seus feitos fundamentais são comuns e pode-se esperar que usem os mesmos recursos e reajam de maneira similar perante condições. Deve-se ter cuidado porém, neste aspecto que nos leva a pensar que o efeito dos indivíduos que competem é recíproco. Há muitos casos em que a competição intraespecífica é unilateral: uma plântula vigorosa pode sombrear uma outra recém germinada, captar melhor os nutrientes do solo e apresentar melhor crescimento que esta. Também a informação genética herdada joga um papel preponderante: um genotipo de trigo alto pode sombrear e suprimir o genotipo de trigo baixo. Assim, não se pode dizer que a competição entre indivíduos da mesma espécie é inteiramente equivalente. Esta falta de exacta equivalência significa que o efeito último da competição está longe de ser o mesmo para diferentes indivíduos. Fracos competidores vão ter pouca contribuição nas gerações futuras enquanto que os competidores fortes serão muito pouco afectados.

Como consequência, um competidor forte neste caso deixa maior contribuição proporcionalmente do que sem competição.

Não seria, portanto, correcto afirmar que a competição afecta negativamente todos os competidores individuais, pois enquanto os fracos são severamente afectados negativamente, os fortes, esses tiram benefício.

iv) Quanto maior o efeito sobre um indivíduo, maior será a competição.

O efeito de competição intraespecífica é denominado densidade-dependente. Para melhor entender este assunto, é necessário examinar o efeito da densidade populacional sobre os indivíduos e, em particular, o seu efeito sobre a taxa de natalidade e mortalidade.

. Mortalidade

O efeito último da densidade é o aumento da mortalidade, isto é, quanto maior for a densidade maior será a mortalidade. Uma sementeira feita com um espaçamento amplo resulta numa elevada percentagem de sobrevivência das plantas. Um aumento da densidade (para um melhor aproveitamento do espaço) pode ser satisfatório até um certo ponto, a partir do qual a mortalidade das plantas será tão grande que o número de plantas sobreviventes será menor que quando plantado em densidades mais reduzidas. Este padrão de dependência de densidade é comum para organismos da mesma espécie e pode ser observado também em animais tais como por exemplo o insecto do trigo (*Tribolium confusum*) ilustrado na Figura 31.

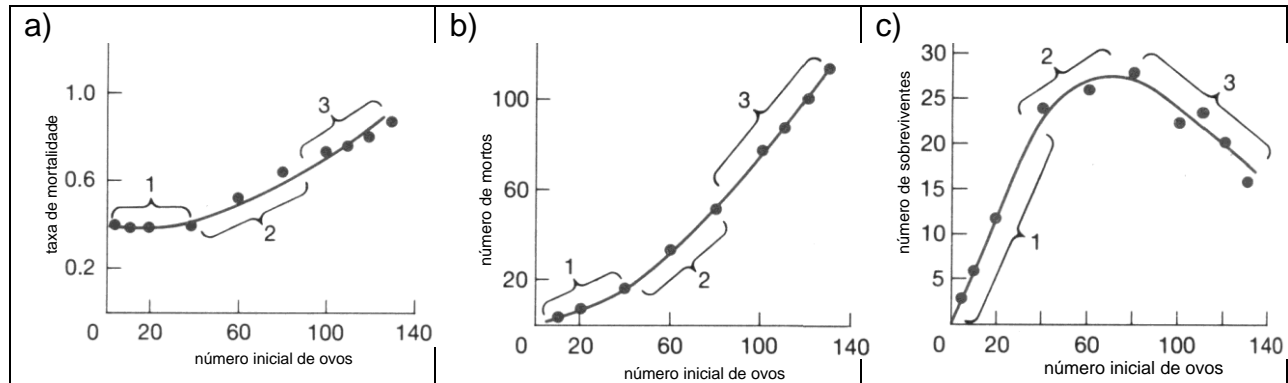


Figura 31. Efeitos da competição (dependente da densidade) no insecto do trigo (*Tribolium confusum*) sobre (a) taxa de mortalidade, (b) número de indivíduos mortos e (c) número de indivíduos sobreviventes (Begon et al, 1986).

- (1)- taxa de mortalidade constante
 - mortalidade independente da densidade
 - não há competição intraespecífica

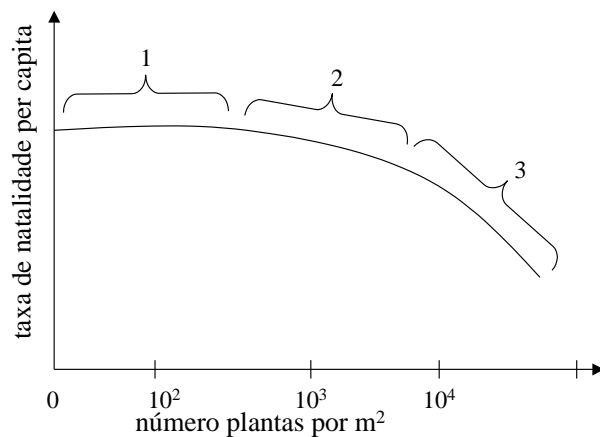
- (2)- taxa de mortalidade aumenta
 - início do efeito da competição intraespecífica
 - ainda que o numero de indivíduos mortos tenha aumentado o número de sobreviventes ainda aumenta com a densidade, ainda não há balanço negativo

- (3)- A competição é intensa
 - A taxa de mortalidade continua aumentando com a densidade
 - O número de sobreviventes diminui
 - O aumento da densidade já não compensa o nº de sobreviventes.

. Natalidade

A natalidade é o inverso da mortalidade. Em condições de baixa densidade a natalidade é máxima, isto é, em ausência de competição, a natalidade é função de factores fisiológicos apenas, portanto, máxima. Com o aumento da densidade, e o conseqüente início do efeito da competição, a natalidade vai reduzir como resultado da escassez de recursos e a alocação cada vez menor (dos recursos conseguidos) à reprodução. A figura resultante da relação entre a densidade e a natalidade é uma imagem da mortalidade invertida ao espelho (Figura 32.a).

a) natalidade



b) auto controle da densidade

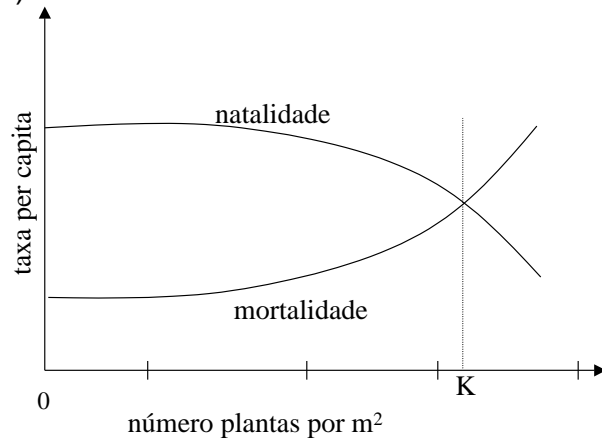


Figura 32. Efeito da competição (dependente da densidade) sobre (a) natalidade e (b) autocontrole da densidade populacional (Begon et al, 1986).

A competição intraespecífica, actuando sobre as taxas de nascimento e mortalidade, pode regular populações ao estado de equilíbrio, na qual a taxa de nascimento é igual a taxa de mortalidade. A densidade na qual as duas taxas são iguais denomina-se densidade K e corresponde ao número de indivíduos máximo que um ambiente pode suportar, isto é K (capacidade de carga) (Figura 32). Tal como se verificou no estudo da dinâmica populacional (acápito 1.5.) o crescimento populacional tem um máximo, sobre o qual, em condições de ausência de perturbação, não se verificam flutuações no número de indivíduos. Esse valor foi definido como K e acima deste, a população diminui e abaixo deste a população aumenta. A densidade que resulta no valor K refere-se como densidade estável ou de equilíbrio.

. Crescimento

A competição intraespecífica pode ter um efeito profundo no número de indivíduos numa população, mas também pode ter igualmente um efeito profundo nos indivíduos em si. A taxa de crescimento individual é comumente influenciada pela competição intraespecífica. Este é mais um efeito da densidade na composição da população. O aumento da densidade tem como resultado a diminuição da taxa de crescimento individual dos indivíduos (Figura 33.a). Em relação a população total, e como resultado da diminuição da taxa de crescimento individual, o efeito do aumento da densidade é o aumento do crescimento populacional até um certo valor (K) sobre o qual não se verifica nenhum aumento significativo (Figura 33.b).

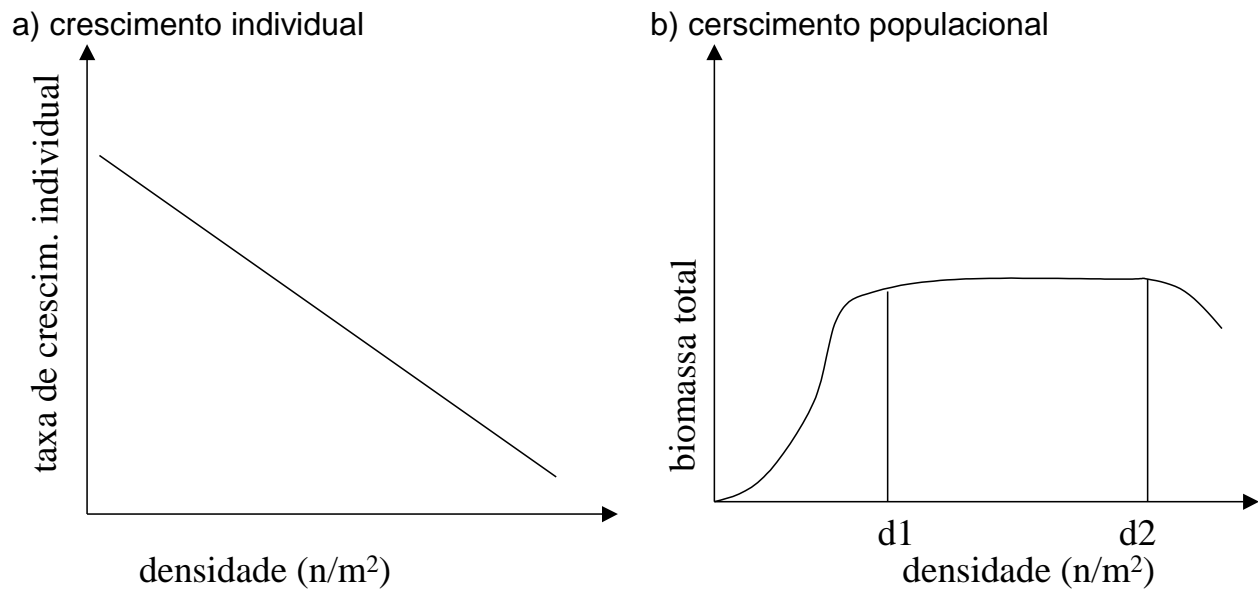


Figura 33. Efeito da competição (dependente da densidade) sobre o crescimento. (a) crescimento individual; (b) crescimento total populacional.

Ao aumentar a densidade de d_1 para d_2 (Figura 33.b) a biomassa total não aumenta, isto significa que o tamanho dos indivíduos é menor. Esta estabilidade, naturalmente tem um limite pois a uma certa densidade pode-se verificar até uma diminuição da biomassa total.

O gráfico da Figura 10.b leva-nos a enunciar uma lei que é **lei dos rendimentos finais constantes**: o rendimento mantém-se constante num determinado intervalo (largo) de densidades como resultado da redução da taxa de crescimento individual.

A competição intraespecífica não só afecta a taxa de crescimento mas também a taxa de desenvolvimento e maturação que afecta, por sua vez, a distribuição de biomassa dentro da planta individual.

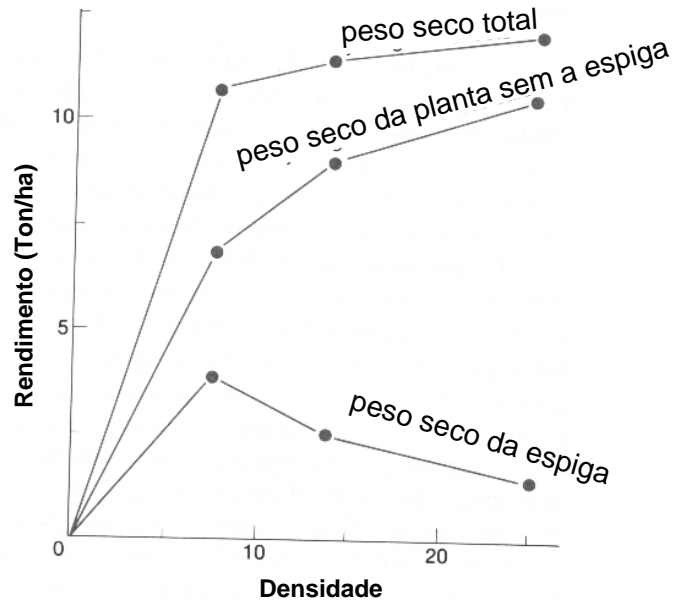


Figura 34. Efeito da densidade sobre o rendimento de milho.

A Figura 34 mostra que ao aumentar a densidade, o tamanho das plantas não apenas diminuiu mas também proporcionou menos recursos para a produção de semente. O resultado foi que a produção de semente por unidade de área decresceu. Neste exemplo verifica-se a lei dos rendimentos finais constantes; ao analisar o peso total da planta verifica-se que a partir da densidade de 10 plantas.m⁻² não se verifica aumento significativo neste valor. Por outro lado, verifica-se que a partir dessa densidade, há uma diminuição do peso da espiga, isto é, uma alocação cada vez menor dos recursos para a reprodução. Do ponto de vista de produção agrícola, interessa muito mais esta última curva (o peso da espiga) já que o objectivo da produção não é o peso total da planta mas a espiga. Portanto, a partir da densidade de 10 plantas.m⁻² só há perdas na quantidade total da colheita. Por outro lado, como a qualidade muitas vezes está muito relacionada com o tamanho individual, significa que pelo efeito da redução do crescimento individual não só a quantidade da colheita diminuiu mas também a sua qualidade já que o tamanho individual das espigas também vai reduzir.

Aplicação:

A competição intraespecífica, sendo aquela que se dá entre indivíduos da mesma espécie, aplica-se em todo o tipo de monoculturas, seja em culturas agrícolas anuais ou em plantações florestais monoespecíficas.

É da análise deste factor que se determina a densidade de plantação ou de sementeira para obtenção de um melhor aproveitamento da terra ao mesmo tempo que se tem

grandes rendimentos de produtos de alta qualidade.

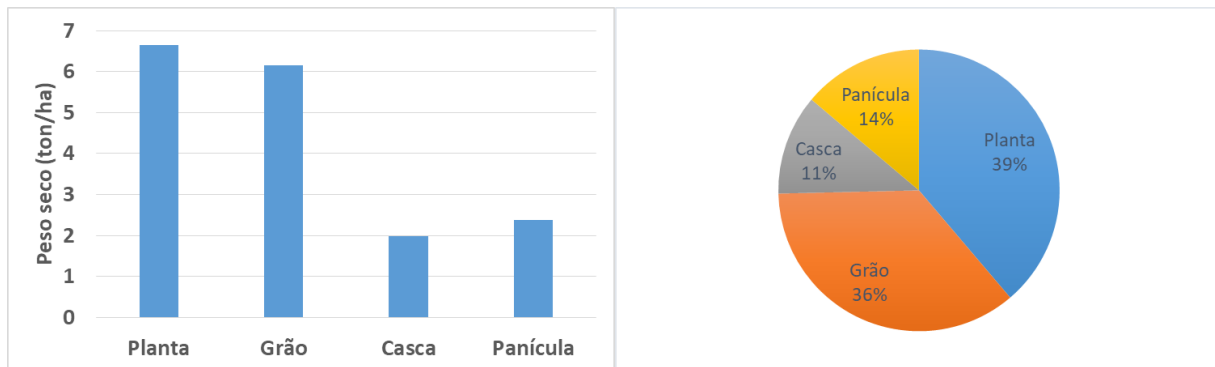


Figura xxxx. Distribuição da biomassa na planta de milho, variedade PAN12 híbrido, produzido no campo experimental da FAEF-UEM num espaçamento de 75x30 cm (4.5 plantas/m²)

Em plantações florestais, onde as plantas tem um ciclo produtivo elevado, também usa-se este conhecimento para determinar a necessidade de desbastes. As plantações florestais, por razões económicas e técnicas são feitas a uma densidade inicial elevada (p.e. 1600 árvores/ha). Quando as plantas são estabelecidas (normalmente com 30-50 cm de altura) não há ocupação total do sítio e, portanto, não há competição. Com o crescimento das plantas em pouco tempo fazem uma ocupação óptima do sítio, isto é, fazem um aproveitamento integral dos recursos disponíveis no sítio. Deve-se ressaltar aqui, que quando as plantas crescem e as copas começam a tocar-se, e provavelmente os seus sistemas radiculares, o processo de competição também começa a fazer-se sentir. Como resultado deste fenómeno, vai começar a dar-se um dos efeitos anteriormente verificados, nomeadamente a diminuição da taxa de crescimento individual (Figura 35.a). Caso não se faça nenhuma intervenção a plantação fica estagnada e não vai incrementar significativamente o seu volume. Uma das medidas silviculturais chamada desbaste, consiste na redução do número de árvores, isto é, redução da densidade, para que as árvores restantes possam crescer como resultado da disponibilização dos recursos. Neste processo, as plantas restantes vão aumentar a sua taxa de crescimento individual e aumentar o volume total do povoamento.

a) taxa de crescimento individual

b) volume do povoamento

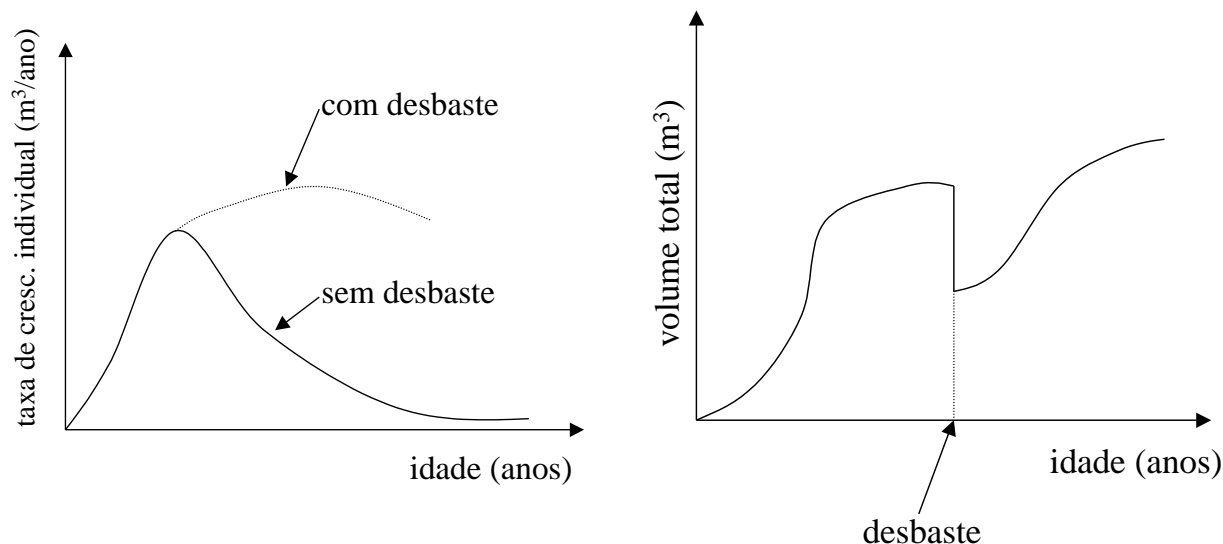


Figura 35. Efeito do desbaste sobre o crescimento de árvores individuais e do povoamento em geral.

No exemplo anterior, ilustrado pela Figura 35, verificam-se alguns aspectos muito importantes por destacar:

- além da densidade, o tamanho dos indivíduos também conta muito para que se verifique a competição; pois na fase juvenil uma plantação não apresenta competição porque as plântulas são pequenas e não podem fazer uma ocupação do sítio; mas na mesma densidade, quando as plantas crescerem e os seus sistemas radiculares e as suas copas começarem a tocar-se aí começa o fenómeno de competição.
- a qualidade do produto pode ser controlado por medidas silviculturais que visam a redução da competição; depois do desbaste, as plantas restantes vão aumentar significativamente o seu diâmetro, o que resulta numa madeira de melhor qualidade comparativamente àquela de um povoamento não desbastado.
- o volume total em caso de desbaste (volume desbastado mais o corte final) comparativamente ao do caso sem desbaste podem ser iguais, mas naturalmente a qualidade do produto é diferente; no primeiro caso temos poucas árvores na colheita final mas são de alta qualidade enquanto que no último caso na colheita final temos muitas árvores mas de baixa qualidade.

Deve-se notar aqui, que a redução da densidade (desbaste) para que seja benéfica à plantação, deve ser feita no momento oportuno depois do qual as plantas já estão estagnadas e não podem responder à disponibilização de recursos.

3.1.2. Competição interespecífica

A essência da competição interespecífica é que indivíduos de uma espécie sofrem uma redução na fecundidade, sobrevivência ou crescimento como resultado da exportação de recursos ou interferência por indivíduos de outra espécie.

. Condições de ocorrência:

- i) Quando dois ou mais indivíduos de espécies diferentes obtêm os seus recursos de uma fonte insuficiente para todos
- ii) Os recursos estão disponíveis em quantidades limitadas.

Exemplo: Competição entre espécies do género *Galium* (Begon et al, 1986)

Galium hercynicum e *Galium pumilum* são duas espécies que crescem tanto em solos ácidos como em solos alcalinos quando cultivadas em separado (sem competição). Mas, cultivadas juntas, *G. hercynicum* desenvolve-se melhor em solos ácidos enquanto que *G. pumilum* confina-se nos solos básicos. Este facto demonstra que quando as duas espécies competem cada uma é excluída de uma parte do seu nicho fundamental e confina-se ao seu nicho realizado.

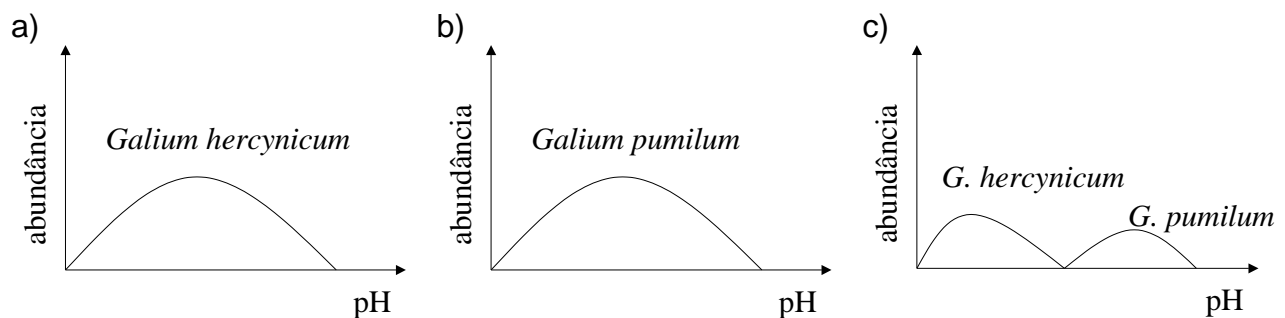


Figura 36. Redução do nicho fundamental e definição do nicho realizado. (a) e (b) as espécies são cultivadas em ausência de competição, crescem separadamente no seu nicho fundamental; (c) as espécies crescem juntas em competição, confinam-se ao seu nicho realizado.

. Características gerais da competição interespecífica

(a) coexistência e exclusão

Espécies diferentes podem competir pelos recursos. Esta competição pode afectar a abundância, reprodução e sobrevivência. O resultado deste processo pode levar à exclusão de uma das espécies em certas condições, portanto, as espécies não podem coexistir; ou podem coexistir talvez por utilizar habitat em diferentes maneiras. No caso do exemplo com *Galium* spp., *G. pumilum* é excluído dos solos ácidos

enquanto que *G. hercynicum* é excluído dos solos básicos. Portanto, cada uma das espécies confina-se numa zona em que a outra está ausente, apesar de esta fazer parte do seu nicho fundamental. Então, as duas espécies coexistem graças a esta especialização (diferenciação de nichos).

(b) Assimetria da competição

Muitas vezes a capacidade competitiva das espécies que competem é diferente, e a resposta à competição, como resultado, não será simétrica. Uma espécie pode ser altamente afectada pela presença da outra enquanto que a outra fica inalterada.

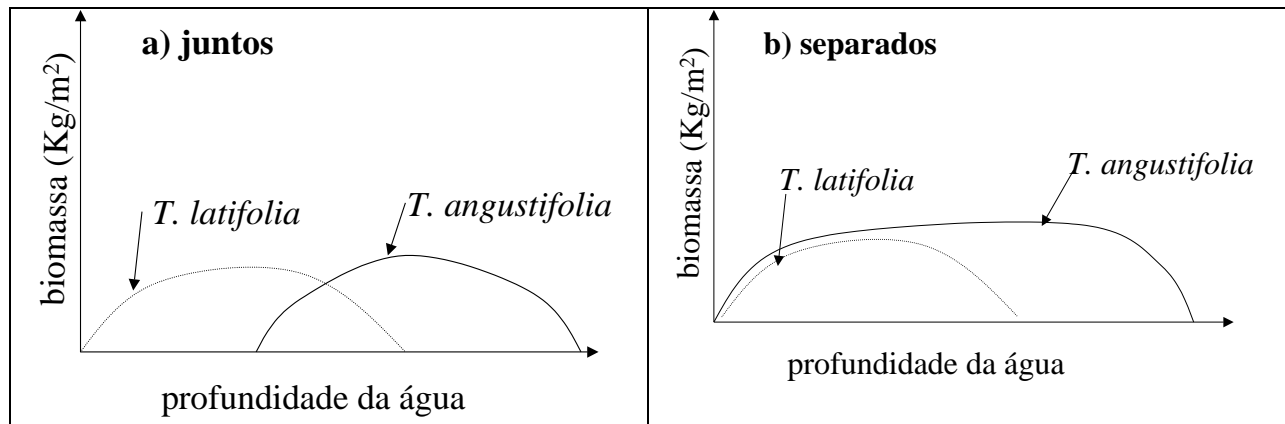


Figura 37. Redução unilateral do nicho fundamental de uma espécie (*Thypha angustifolia*) como resultado da competição assimétrica com *T. latifolia*. Quando a *T. angustifolia* é cultivada separada, pode crescer em áreas de pouca profundidade, mas esta confina-se a grandes profundidades quando é cultivada na presença de *T. latifolia*.

No exemplo ilustrado na Figura 37, *Thypha latifolia* mantém-se inalterável enquanto que a *T. angustifolia* vê-se forçada a reduzir o seu nicho, isto é, é excluído na zona de baixa profundidade como consequência da competição com a *T. latifolia*.

O termo **amensalismo** é utilizado para designar a interação em que uma espécie é negativamente afectada pela outra enquanto que esta não é afectada (nem negativa nem positivamente) pela primeira. Casos de competição interespecífica altamente

assimétrica são candidatos a tal designação.

(c) A competição por um recurso afecta a competição por outro

Indivíduos competindo por um recurso normalmente vêm a sua habilidade de competir por outro recurso afectada.

Exemplo: Se uma espécie agressiva invadir a canópia de uma espécie suprimida, priva-a do recurso luz. A espécie suprimida vai sofrer directamente o efeito da falta luz para fotossíntese, isto por sua vez, vai reduzir a taxa de crescimento radicular o que vai reduzir de alguma maneira, a habilidade de captar água e nutrientes do solo. A fraca capacidade de captação de água e nutrientes vai reduzir, por sua vez, o crescimento em altura e desenvolvimento foliar. Assim, quando espécies competem, o efeito repercute-se ciclicamente da parte aérea para radicular e vice-versa. Assim, ao fim de tudo, é difícil separar o efeito da competição da parte aérea da radicular.

. Princípio da exclusão competitiva

No capítulo 2 deu-se a definição dos termos **nicho fundamental** e **nicho realizado**, e afirmou-se que é maior o fundamental que o realizado. Pois, aquela área de nicho fundamental que não faz parte do realizado é reduzida como consequência da competição interespecífica, sendo que neste caso a espécie, dentro desta área, é excluída pelo competidor forte e confinado ao seu nicho realizado.

Em casos extremos podemos encontrar competidores fortes que excluem a espécie em todo o nicho fundamentalmente, portanto, reduzir a zero o seu nicho realizado. Neste caso, a espécie excluída corre o risco de extinção.

A coexistência entre competidores pressupõe diferenciação de seus nichos realizados. No exemplo com espécies de *Galium*, o nicho fundamental para ambas espécies corresponde aos solos ácidos e alcalinos. Em competição o nicho realizado de *G. hercynicum* reduz-se aos solos ácidos enquanto que para *G. pumilum* restringe-se aos solos alcalinos. Houve mútua exclusão competitiva.

Princípio de exclusão competitiva ou princípio de Gause: Se duas espécies competidoras coexistem num ambiente estável, então eles fazem-no como resultado de diferenciação de seus nichos realizados. Caso não haja diferenciação, então, uma das espécies competidoras vai eliminar ou excluir a outra.

Exclusão ocorre quando o nicho realizado da espécie de maior competição cobre por completo o nicho fundamental disponibilizado pelo habitat da espécie de menor competição.

. Antagonismo mútuo

É um nível de interação entre espécies na qual a competição interespecífica é superior

à intraespecífica. Entre as plantas muitas vezes refere-se que o antagonismo mútuo apresenta-se através da produção de compostos químicos que são tóxicos para outra espécie mas não à espécie produtora. Este processo denomina-se **alelopatia**.

APLICAÇÃO DESTA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRONOMICAS:

a) Necessidade de lavouras e sachas

A competição é uma das formas de interação mais importantes nas comunidades vegetais. A maior parte das actividades agronómicas são feitas com o principal objectivo de reduzir os efeitos da competição entre a cultura de interesse e as plantas infestantes. Duma forma geral, as culturas anuais são plantas com uma fraca capacidade competitiva e requerem os mesmos recursos que as infestantes. Os tratamentos culturais de lavoura e sachas têm em vista eliminar as plantas infestantes do processo de competição entre as culturas e as infestantes.

b) O exemplo de um sistema agroflorestal

Um sistema agroflorestal é um sistema de produção onde se cultivam deliberadamente plantas anuais e perenes numa mesma área num arranjo espacial ou temporal com vista a explorar o máximo de recursos e minimizando as interações negativas. Assim, a principal actividade na planificação e implementação dos sistemas agroflorestais é identificar as interações negativas, como aquelas que podem resultar da competição entre os diferentes componentes do sistema agroflorestal, de modo a serem evitadas. Quando plantas anuais são cultivadas em simultâneo com as perenes, o arranjo espacial deve ser tal que vai reduzir o sombreamento e a competição pelos nutrientes do solo. Arranjo sequencial no tempo pode ser feito de maneira que quando a componente arbórea é podada (para produzir lenha ou foragem) a copa da tem pouca densidade e permite a penetração de luz para o desenvolvimento de culturas anuais. Ao mesmo tempo, procura-se identificar as interações positivas onde as diferentes componentes podem beneficiar mutuamente ou aquelas em que pelo menos uma das componentes é beneficiada.

c) O exemplo duma floresta natural mista

As florestas naturais mistas são caracterizadas por diversas espécies de árvores que ocorrem em simultâneo numa mesma área. Esta ocorrência simultânea num ambiente natural apenas pode existir devido à complexidade de microambientes dentro duma floresta e ao processo de diferenciação de nichos. Uma floresta natural mista é um mosaico de parches em fases sucessionais diferentes (ver Sucessões Vegetais mais adiante) que proporciona condições de luz e nutrientes diferenciadas, criando assim, ambientes propícios para uma grande variedade de espécies. Sendo assim, as actividades silviculturais em florestas naturais mistas consistem em identificar as espécies de interesse e eliminar a competição entre elas e as espécies identificadas como de pouco interesse. A definição de espécie de interesse depende do objectivo das

práticas silviculturais e podem ir desde interesse comercial até ecológico. Durante o processo de tratamento silvicultural deve-se ter em conta, porém, que aquelas espécies definidas com sem interesse (do ponto de vista do nosso objectivo) podem ter interesse se o objectivo da silvicultura mudar.

3.2. Predação

Predação é o consumo de um organismo (presa) por outro organismo (predador). Esta definição exclui detritivoria e consumo de matéria orgânica morta.

Existem duas formas principais de classificação de predadores podendo ser ambas úteis dependendo do contexto em que são analisados. A classificação mais óbvia é a *taxonómica*: carnívoros, consomem animais; herbívoros, consomem plantas; e omnívoros, que consomem ambos. Uma classificação alternativa é a *funcional*: predadores verdadeiros, "apascentadores", parasitoides e parasitas (esta última dividida em macro e micro-parasitas).

a) Predadores verdadeiros

Matam a sua presa mais ou menos imediatamente após o ataque, e ao longo da sua vida matam vários ou diferentes indivíduos da presa. Normalmente consomem a presa inteira, mas nalguns casos apenas uma parte desta. Muitos dos mais óbvios carnívoros, como o leão e o tigre, são predadores verdadeiros. A este nível também são classificados os roedores e formigas que se alimentam de sementes.



b) Apascentadores (grazers e browsers)

Também atacam grande número de indivíduos da presa durante a sua vida, mas apenas removem uma parte de cada indivíduo. O seu efeito sobre a presa é variável, mas tipicamente é nocivo. Porém, o seu ataque raramente é letal a curto prazo e o seu efeito mortal não é previsível. Entre os exemplos mais óbvios de apascentadores encontram-se os herbívoros vertebrados como os cabritos e as vacas, mas também as

moscas que picam e sugam o sangue dos animais (p.e. tsé-tsé) são incluídos dentro desta definição.



c) Parasitas

Os parasitas, como os apascentadores, consomem parte da sua presa (o seu hospedeiro) e não o indivíduo no seu todo. O seu efeito, tal como nos apascentadores, é nocivo mas não letal a curto prazo. Diferentemente aos apascentadores, o ataque dos parasitas concentra-se num ou poucos indivíduos. Existe, por outro lado, uma associação íntima entre o parasita e o seu hospedeiro o qual não se denota nos predadores verdadeiros e nos apascentadores. Existe um número considerável de parasitas das plantas (normalmente chamados patógenos) por exemplo o mosaico do tabaco (TMV); afídeos (p.e. *Aphis cracivora* do amendoim) e muitos outros agentes causadores de doenças nas culturas agrícolas (insectos, bactérias, ácaros, vírus, nemátodos).



d) Parasitoides

São um grupo de insectos classificados como tais na base do comportamento de deposição dos ovos pela fêmea e o conseqüente desenvolvimento da larva. Grande parte destes pertence à ordem Hymenoptera mas também inclui muitas Diptera. Vivem livres quando adultos mas põe os ovos sobre, ou perto, de outros insectos. O parasitoides larval desenvolve-se dentro (ou próximo) do seu hospedeiro, o qual geralmente é um adulto. Inicialmente apresenta um dano inferior aparente ao

hospedeiro, mas eventualmente consome a sua totalidade e o mata antes ou durante a fase pupal. Assim, é um adulto parasitoide que emerge de uma aparente pupa hospedeira. Normalmente apenas um parasitoide desenvolve-se em cada hospedeiro, mas em alguns casos muitos indivíduos partilham o hospedeiro.



Nesta cadeira, que trata da ecologia vegetal, alguns aspectos de predadores podem não ter uma importância directa e imediata, por isso, uma análise particularizada aos aspectos de maior interesse deve ser feita. Por outro lado, pelo facto de os herbívoros no sentido lato poderem apresentar-se sob diversos níveis (desde parasitas verdadeiros, apascentadores ou parasitas) e pelo facto ainda de que o elemento consumido (presa) dos herbívoros é parte ou planta inteira, é importante fazer uma análise particularizada deste nível de predador.

. Efeito da herbivoría nas plantas individuais

O efeito da herbivoria sobre uma planta depende precisamente da parte da planta que é afectada e do período de ataque relativamente ao desenvolvimento da planta. O ataque de um herbívoro durante o período de crescimento, de reprodução ou de dormência dum planta tem efeitos diferentes. O consumo de folhas, sugamento da seiva, abertura de galerias, destruição do meristema, entre outros efeitos, tendem a causar efeitos diferentes nas plantas.

i) Compensação da planta

- De uma forma variável, as plantas podem compensar os efeitos da herbivoria. A remoção de folhas de uma planta pode reduzir o autosombreamento às restantes folhas, aumentando assim a sua taxa fotossintética.
- Depois de um ataque de um herbívoro muitas plantas compensam pelo uso de carboidratos armazenados numa variedade de tecidos e órgãos. Normalmente, imediatamente depois de um ataque o processo de reconstituição de novos tecidos passa pelo uso de reservas não da fotossíntese corrente.
- Herbivoría também altera a distribuição da fotossintate dentro da planta. Considerando a regra geral aquela do balanço aparente da raiz e parte aérea (root/shoot) seja mantido. Quando a parte aérea é desfolhada, uma crescente

fracção da produção líquida é canalizada para a parte aérea em si; quando as raízes são destruídas a orientação da produção é para as raízes.

- Outro método de compensação depois do ataque de um herbívoro é o aumento da taxa fotossintética das folhas sobreviventes (taxa unitária foliar - TUF). Para ver como isto funciona, podemos notar que as plantas são compostas por partes que são fontes (produtores netos de fotossintatos - geralmente folhas) e partes que são o depósito (usuários netos de fotossintatos - como os tubérculos, botões em crescimento, raízes, etc.) e a produção das fontes apenas ajusta-se aos requerimentos dos depósitos, mas não os excede (os requerimentos).

Quando uma fonte é removida a TUF das fontes restantes geralmente aumenta e uma paridade desigual entre a produção e os requerimentos estabelece-se.

Normalmente existe um crescimento compensatório de uma planta defoliada em relação aos botões que poderiam estar em dormência. Existe também uma subsequente redução das taxa de mortalidade das partes sobreviventes da planta. Isto é especialmente prevalectante nas plantas com uma alta taxa de aborto de flores antes da produção de frutos ou sementes.

Existem várias formas das plantas compensarem os efeitos dos herbívoros, mas uma compensação perfeita é rara. Geralmente, as plantas são danificadas mesmo quando o efeito compensatório tende a contrariar o efeito nocivo. Mais ainda, como veremos a seguir, existem muitos casos onde os efeitos da herbivoria são piores que o que podem parecer *à priori*.

(ii) Efeitos desproporcionados nas plantas

Um dos casos mais extremos onde a remoção de pequenas partes da planta tem um efeito profundamente desproporcionado é o anelamento da casca das árvores pelos cabritos, esquilos, coelhos e ovelhas. São retirados os tecidos cambiais e o floema do xilema lenhoso (*) e quebra a ligação do abastecimento de carboidratos entre as folhas e raízes. Assim, as partes das plantações florestais matam plantas jovens retirando apenas uma pequena porção de tecidos. Plantas herbáceas também podem ser destruídas quando um herbívoro retira a parte foliar rente ao solo destruindo o meristema que deveria efectuar o retorno do crescimento.

Os herbívoros também podem ter efeito severo quando agem como vectores de plantas patógenas: o que estes (herbívoros) levam da planta é insignificante em relação ao que lhe dão.

Provavelmente a principal razão para a herbivoria ter um efeito mais drástico do que inicialmente parece é a interacção entre a herbivoria e a competição entre as plantas. Níveis ligeiros de herbivoria podem ser combinados com níveis de competição que

podem ser infectivos para produzir um efeito severo até letal sobre a planta em causa.

Finalmente, os efeitos da herbivoria podem ser subestimados porque os herbívoros removem seiva ou xilema sem alterar a estrutura física da planta. Isto pode ser visto principalmente no efeito dos afídeos (ex: *Aphis cracivora* no crescimento do amendoim). Os afídeos vivem nas folhas e extraem seiva, podendo produzir um efeito altamente infestante.

(iii) Resposta defensiva da planta

As plantas também podem responder ao ataque dos herbívoros através da produção de estruturas defensivas ou substâncias químicas. Esta produção pode ser custosa para a planta mas há um benefício ao reduzir o ataque dos herbívoros.

(iv) Herbivoria e a sobrevivência das plantas

- Repetidas defoliações podem matar as plantas

Uma única defoliação pode ser superada em grande medida pelo efeito compensatório das plantas, mas uma defoliação excessiva pode enfraquecer a capacidade de compensação através do esgotamento dos recursos de hidratos de carbono nos sítios danificadores. Assim, a defoliação excessiva pode ser a causa de mortalidade de cerca de 80% dos indivíduos.

- Muitas plântulas são mortas pelos herbívoros

As plantas pequenas (plântulas) ainda não estabelecidas possuem pouca capacidade de compensação, por isso, a sua resistência à herbivoria é muito reduzida tal que em muitos casos com um ataque único a plântula pode morrer. A predação da semente tem um efeito mais nocivo nas plantas individuais.

(v) Herbivoria e o crescimento das plantas

A herbivoria pode paralisar o crescimento vegetal, reduzir a taxa de crescimento ou simplesmente não apresentar nenhum efeito. Tudo depende da estação em que se verifica o efeito: uma defoliação que se verifica no período de crescimento pode ser mais severa que aquela que se verifica no período de dormência.

Os capins (gramíneas) são mais tolerantes à herbivoria porque o meristema está ao nível do solo entre as bainhas foliares protegidas dos herbívoros. A seguir à defoliação produzem-se novas folhas seja a partir de carboidratos de reserva, seja de fotossintetatos das folhas sobreviventes.

3.3. Mutualismo

Mutualismo É o nome dado à associação entre pares de espécies em que traz benefícios mútuos; os indivíduos da população de cada uma das espécies mutualistas crescem e/ou sobrevivem e/ou reproduzem em taxas elevadas na presença das suas contrapartes.

Grande parte da biomassa terrestre vive na base do mutualismo. São exemplos do mutualismo as relações entre as micorrizas e as raízes de várias plantas (ex: as plantas fixadoras de nitrogénio fazem-no devido à associação com micorrizas; leguminosas com o *Rhizobium*, Casuarina com *Frankia*); a polinização pelas insectos.

De entre os exemplos mais citados de mutualismo cita-se a interacção entre *Homo sapiens* e as culturas agrícolas e o gado. O número de indivíduos de plantas de arroz, batata, tomate, cajueiros... e as áreas que estas ocupam excedem os limites que estas plantas ocupariam se não tivessem sido cultivadas pelo homem. O aumento populacional desde os tempos dos caçadores-recolectores é um exemplo da vantagem recíproca para o homem.



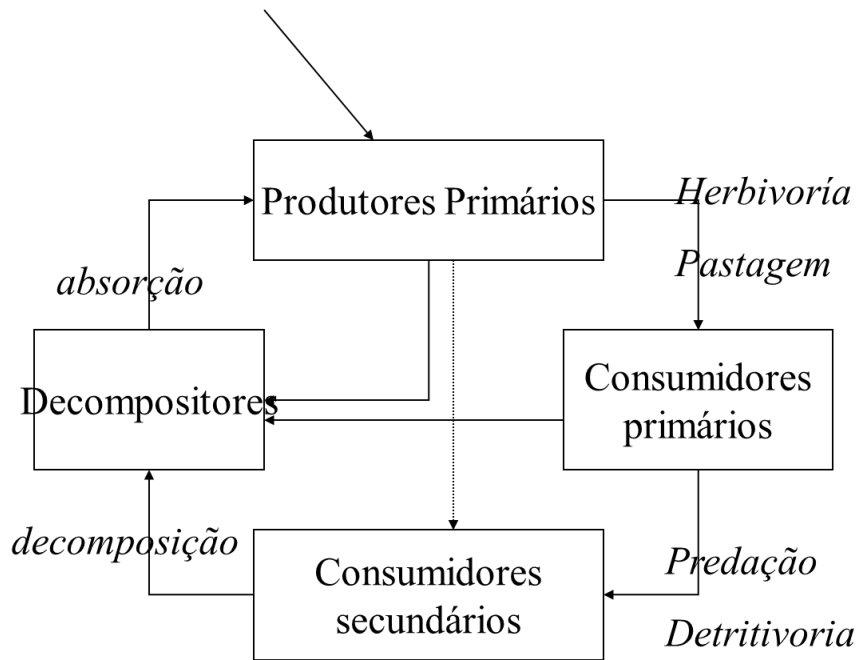
3.4. Decompositores e detritívoros

Quando as plantas e os animais (ou partes deles) morrem tornam-se recurso para outros organismos. Naturalmente todos os consumidores vivem de material morto. Os carnívoros atacam e matam a presa, a folha que os herbívoros comem é arrancada das plantas (portanto, morta) e depois consumida. A distinção entre os decompositores e detritívoros e as outras categorias de consumidores é que estes últimos (predadores, herbívoros, parasitas) afectam directamente a taxa de produção dos seus recursos. Os decompositores e os detritívoros não matam a sua "presa" esperam que esta morra por outras causas e que seja disponibilizada a estes.

Os decompositores e detritívoros jogam um papel muito importante no ciclo de nutrientes, pois são estes, principalmente, que se dedicam à transformação da matéria orgânica morta em matéria mineral (mineralização) ou a simplificação de grandes cadeias de compostos orgânicos em compostos simples absorvíveis pelas plantas.



Interações entre níveis tróficos



4. SUCUSSÕES VEGETAIS

4.1. Conceito

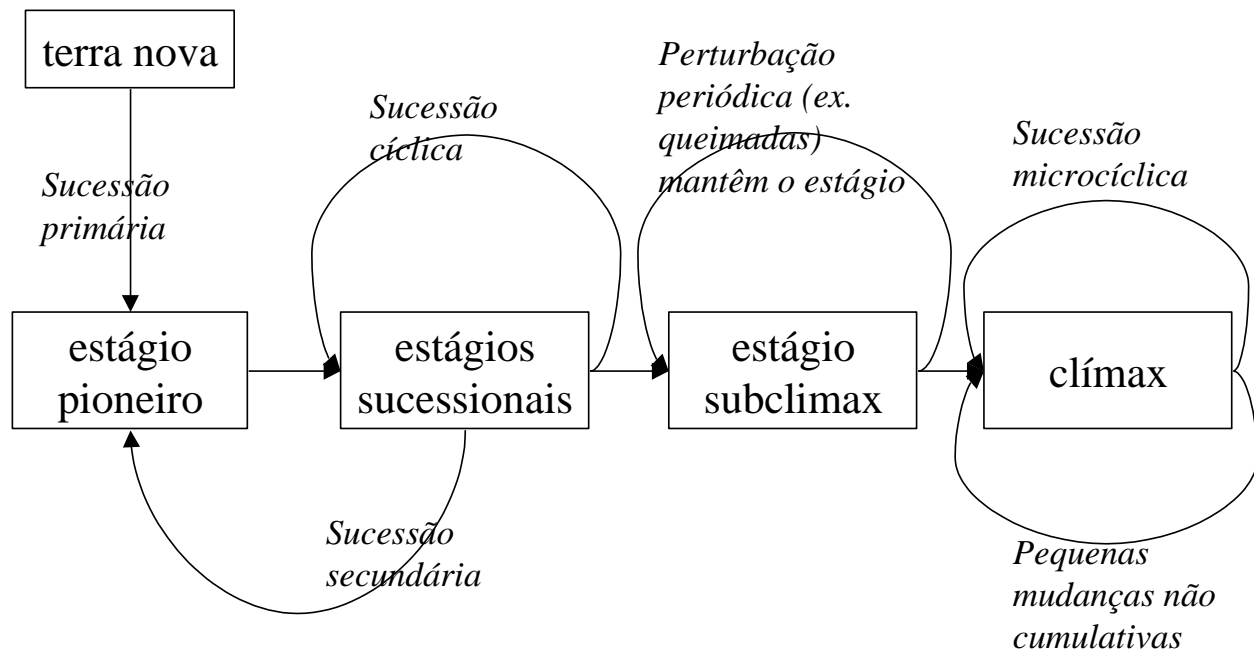
Sucessão vegetal é uma mudança direccional cumulativa nas espécies que ocupam uma área através do tempo. Existem mudanças sasonais que ocorrem em certas formações vegetais e que são cíclicas em função das estações do ano. Essas mudanças não são incluídas nesta definição. Outras mudanças que também não são incluídas nesta definição são aquelas que se dão em função das mudanças climáticas e processos evolutivos por período de milénios.

Grande parte dos textos que discutem as sucessões falam de mudanças que ocorrem num padrão de tempo de 1 - 500 anos. Caso não se verifiquem mudanças significativas na composição das espécies durante esse período, a comunidade é dita madura ou **Climax**.

Deve-se notar, porém, que as comunidades clímax não são estáticas, elas mudam mas não têm efeito cumulativo. Além disso, as pequenas mudanças no número de plantas ou mesmo na composição de espécies, resulta de algumas flutuações a longo prazo. Este é o estado de equilíbrio dinâmico, similar ao balanço químico numa solução.

Se, por outro lado, uma comunidade mostrar uma mudança não aleatória, direccional e cumulativa num período de 1 - 500 anos, diz-se que a comunidade é **sucessional** ou **seral**.

Normalmente é possível estimar a futura composição de uma comunidade sucessional por extrapolação das mudanças observadas em curtos períodos de tempo comparando-a com outras comunidades que têm plantas de diferentes idades. As comunidades, ou espécies sucessionais vão se substituir umas às outras até atingir a comunidade clímax (Figura 38). A progressão de estágios sucessionais desde a primeira ocupação de um terreno nu (a comunidade primária) à comunidade clímax, chama-se **sucessão**.



Stages of Forest Succession

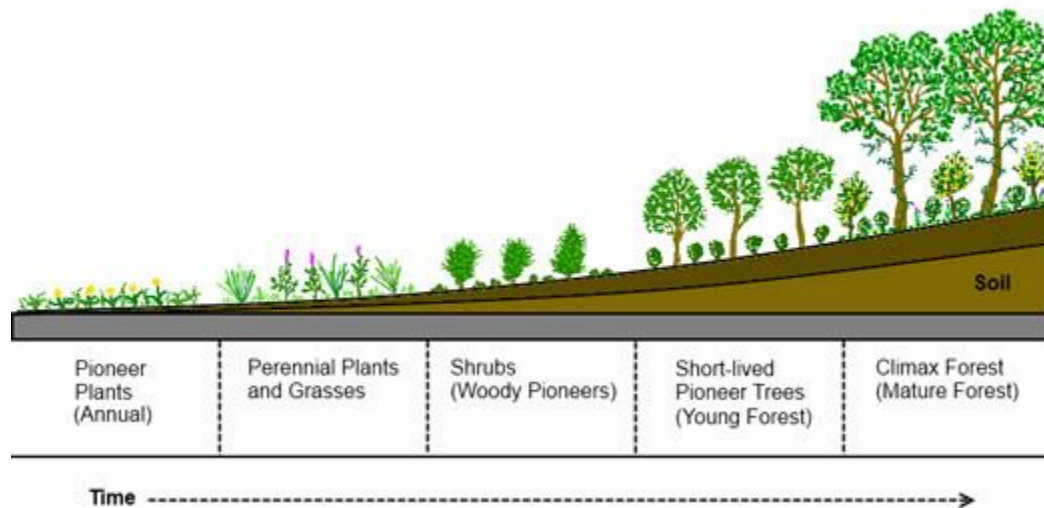


Figura 38. Representação esquemática dos diferentes tipos de sucessão vegetal

4.2. Tipos de sucessão

O estabelecimento de plantas em áreas completamente desprovidas de material vegetativo, geralmente em áreas inertes com um solo sem matéria orgânica e sem um banco de sementes chama-se **Sucessão primária**. Exemplos de sucessão primária são aquelas que se verificam com o processo de desenvolvimento de vegetação nas

dunas de areia recém expostas, áreas esterilizadas por lava vulcânica, leitos de rios já secos, etc. O estabelecimento de uma sucessão primária leva muito tempo devido à necessidade, por um lado, da chegada de propágulos provenientes de áreas vizinhas com vegetação e por outro lado, da necessidade de desenvolver um substrato de solo capaz de sustentar vegetação.

Sucessão secundária é o processo de colonização de uma área desprovida de vegetação mas cujo solo mantém um banco de sementes viáveis e matéria orgânica que facilita o estabelecimento da vegetação. Geralmente, estas áreas são aquelas que sofreram perturbações tais como, ventos, fogos, extração de madeira ou nas áreas onde a vegetação foi removida para abertura de machambas. Na sucessão secundária, a superfície do solo não é tão nua como no caso da sucessão primária porque grande parte do solo ainda se mantém características tais como material orgânico e muitos propágulos das plantas (sementes, raízes, etc) que permitem o estabelecimento rápido de vegetação.

4.3. Métodos de medição da sucessão

(i) O método mais **directo** e não ambíguo de documentar uma sucessão é fazer a observação directa numa mesma área ao longo do tempo. Normalmente, usam-se quadrantes permanentes para fazer medições periódicas (anuais, p.e.) das características de uma comunidade incluindo cobertura vegetal, biomassa, densidade, diversidade de espécies, etc. Este método tem a desvantagem de requerer muito tempo de observação desde o início da sucessão até ao estágio de clímax, o qual na maioria dos casos está além do limite de tolerância de observação. Alguns processos de sucessão vegetal podem levar várias décadas antes de atingir uma fase clímax.

(ii) Métodos **indirectos** consistem na observação de parcelas vizinhas com diferentes estágios sucessionais. Para este caso, procura-se encontrar em áreas circunvizinhas, parcelas expostas à sucessão primária ou perturbadas à sucessão secundária em diferentes períodos (mas conhecidos). Deve-se assumir, neste caso, que todos os outros factores, tais como a pendente, a exposição, material parental, microclima e história de uso de terra são uniformes. A maioria dos estudos de sucessão vegetal foram feitos utilizando estes métodos e, em geral, representam resultados confiáveis e práticos sem a necessidade de esperar várias décadas para observar o desenvolvimento da vegetação numa mesma parcela.

Alguns conceitos sobre grêmios ecológicos

Grêmios ecológicos refere-se aos grupos de espécies com requerimentos ecológicos similares. No capítulo 1 fez-se referência às estratégias ecológicas das espécies e foram definidas como estratégias r e K. Esta caracterização foi de acordo a um conjunto de características e estratégias de captação e uso de recursos. Estas características fazem parte de um conjunto de "sintomas"

ecológicos das espécies. Assim, reconhecem-se grêmios (grupos) ecológicos de acordo aos requerimentos de luz para a sua germinação e estabelecimento:

heliófitas ou intolerantes⁴, aquelas que necessitam luz directa para sua germinação e estabelecimento; **esciófitas** ou tolerantes ou umbrófilas, aquelas que podem germinar e estabelecer na sombra.

As heliófitas são aquelas espécies que apresentam estratégia r e são colonizadores de habitats onde não há muita competição (áreas com muitos recursos e poucos indivíduos para explorar). Áreas recém perturbadas são caracterizadas por uma elevada incidência de luz directa do sol e são candidatas a colonização das heliófitas. As espécies classificadas neste grupo são, dessa forma, denominadas pioneiras ou colonizadores primários devido a esta característica. Num processo de sucessão vegetal, elas são dominantes das primeiras fases e marcam o início da colonização e vão rarear nas fases avançadas devido à sua incapacidade de regenerar na sombra de outras espécies e na sua própria sombra.

Devido a que as denominações de heliófita e esciófita refere-se aos extremos e na realidade as espécies mostram um *continuum* é normal encontrar subdivisões dentro de cada um dos níveis. Para as heliófitas distinguem-se as efêmeras e as duráveis sendo as primeiras denominadas pioneiras ou colonizadoras primárias pelo facto de serem elas que iniciam o processo de sucessão; têm pouca longevidade, por isso o nome; e são extremamente intolerantes à sombra. As heliófitas duráveis são normalmente árvores que toleram algum nível de sombra mas não chegam a ser classificadas como esciófitas.

As esciófitas são tolerantes à sombra⁵, são mais longevas e são principalmente espécies de estratégia K. Estas podem ser classificadas em esciófitas parciais e esciófitas totais, sendo as totais aquelas que suportam intensidades de sombra densa. Numa sucessão vegetal, estas espécies dominam as fases mais avançadas da sucessão dada a sua capacidade de germinar e estabelecer na sombra de outras espécies e na sua própria sombra.

Tabela 4 . Características gerais dos grêmios ecológicos das espécies vegetais segundo os seus requerimentos de luz para germinação e estabelecimento.

Característica	Grupo Ecológico	
	Heliófita	Esciófita
Requerimentos de luz para germinação e estabelecimento	Muita Luz	Pouca luz
Tolerância à sombra	Baixa	Alta
Taxa de reprodução	Alta	Baixa
Capacidade de colonizar novas áreas	Alta	Baixa

⁴ A tolerância refere-se à sombra, isto é, quando se diz que é intolerante é porque não tolera o sombreamento enquanto que as tolerantes podem tolerar a sombra.

⁵ O facto de serem tolerantes à sombra não significa que a requerem, simplesmente toleram-na. Por este motivo a preferência aqui de usar o termo esciófita em vez de "umbrófila" a qual dá uma ideia de que requer a sombra.

Capacidade competitiva	Baixa	Alta
Taxa de crescimento	Alta	Baixa
Frequência de floração	Frequente	Intermitente
Longevidade das plantas	Curta	Elevada
Longevidade das sementes	Elevada	Curta
Exemplos	Plantas anuais em geral	Árvores e arbustos

4.3. Teoria das sucessões

(a) Teoria de facilitação

Esta teoria sustenta que no processo sucesional, as fases iniciais criam condições para o desenvolvimento das fases posteriores. Sendo assim, distinguem-se diferentes fases sucessionais durante as quais há dominância de um grupo de espécies e ausência das de outras fases. Estas criam as condições para o desenvolvimento de espécies da fase seguinte. Uma vez estabelecidas as espécies que se lhes facilitou, as facilitadoras desaparecem (Figura 39a).

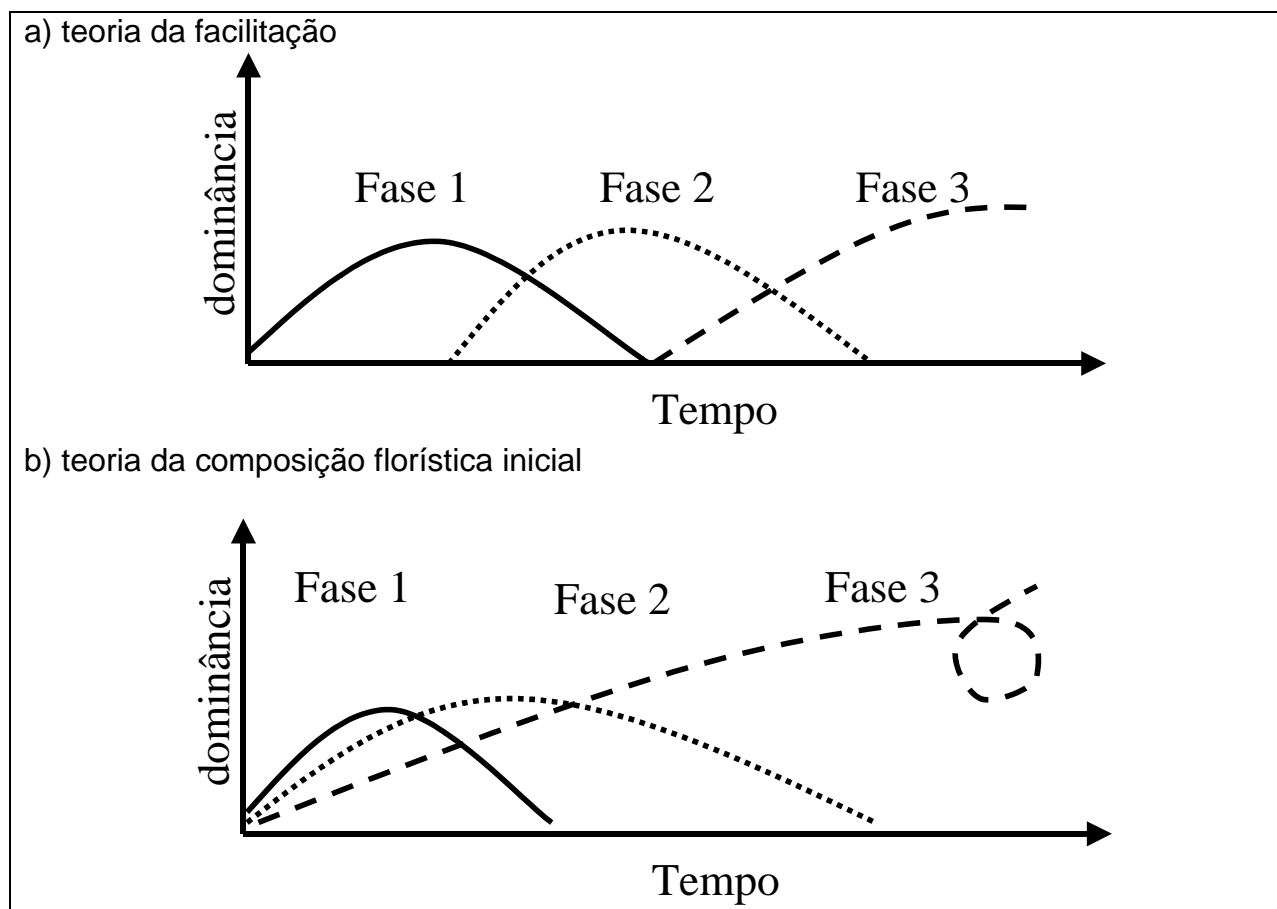


Figura 39. Representação esquemática do (a) processo de facilitação na sucessão vegetal e (b) da teoria de composição florística inicial (Finegan, 1991).

(b) Teoria da composição florística inicial

Esta teoria sustenta que já no início da sucessão todas as espécies têm igual probabilidade de se estabelecer. Portanto, não precisam que se lhes facilite o estabelecimento. Assim, já no início da sucessão todas as espécies podem estar presentes (Figura 39b). As diferenças nas fases sucessionais estabelecem-se graças às diferenças das estratégias ecológicas de desenvolvimento. Assim, a primeira fase será dominada pelas heliófitas efêmeras de rápido crescimento enquanto que as heliófitas duráveis e as esciófitas de crescimento lento ainda procuram estabelecer-se. Na segunda fase, as heliófitas efêmeras, pela sua incapacidade de se estabelecerem na sua sombra e na sombra das outras espécies vão desaparecer deixando a dominância para as heliófitas duráveis que podem estabelecer-se na sombra das heliófitas efêmeras e na sua própria sombra mas já não podem se estabelecer na sombra das esciófitas. Na terceira fase, as heliófitas duráveis vão desaparecer pelo facto de serem menos longevas que as esciófitas, e depois da sua morte as esciófitas já terão as suas copas suficientemente desenvolvidas para não permitirem a regeneração das heliófitas duráveis.

Na realidade um ponto de vista integrado pode ser melhor que a opção de uma destas duas teorias que representam condições extremas. A importância de cada uma das teorias varia de um lugar para o outro pois há certos casos em que a facilitação é necessária, especialmente na sucessão primária onde o solo ainda não está desenvolvido são necessárias aquelas espécies que vão promover a formação de um substrato edáfico suficiente para o estabelecimento de outras espécies. Por outro lado, na sucessão secundária onde o substrato edáfico está presente e os propágulos também estão presentes é mais provável que a teoria da composição florística inicial seja mais importante.

NOTA: Mesmo numa fase sucessional climax podemos encontrar espécies heliófitas graças ao processo de sucessão microcíclica que é aliás, o motor de desenvolvimento e estabilidade da comunidade.

Fases de uma sucessão secundária na região tropical húmida

1ª Fase: colonização por herbáceas pioneiras e arbustos: inicia logo nos primeiros meses depois da perturbação até aos 2-3 anos.

2ª Fase: Espécies arbóreas heliófitas efêmeras estabelecem-se e formam uma comunidade pouco complexa e com poucas espécies. É durante esta fase que se estabelecem as heliófitas duráveis e desaparecem as espécies da primeira fase. Esta fase dura de 10 a 20 anos.

3ª Fase: As heliófitas duráveis atingem seus máximos de crescimento no início desta fase (25-30 anos). Nesta fase as heliófitas efêmeras desaparecem (e só aparecem com o processo de regeneração cíclica em clareiras naturais); aumenta a riqueza florística e as esciófitas dominam o sítio. Esta fase pode ir dos 30 a 100 anos.

Aplicação das sucessões no processo de produção vegetal

Vistos os processos de sucessão, cabe salientar aqui antes de entrar a ver as aplicações na produção vegetal e florestal alguns aspectos importantes:

- . a maior parte das formações vegetais naturais e seminaturais não são comunidades clímax, estão numa fase sucessional.
- . quase todas aquelas áreas acessíveis ao homem, e que são sítios produtivos (não de protecção) estão ou pelo menos experimentam o processo de sucessão secundária.
- . as sucessões primárias são muito poucas em termos de dominância e são raros casos que se tem grandes extensões de "terra nova" sobre a qual desenvolve uma sucessão primária.

Havendo constatado estes factos pode-se concluir que uma análise particularizada das sucessões secundárias seria o ideal. Neste caso, essa análise vai ser feita em termos de exemplos demonstrativos de como pode ser utilizada a força das sucessões secundárias para o benefício da agricultura e silvicultura.

(i) Fixação de nutrientes é uma das principais virtudes da sucessão vegetal. O processo em si de mudança das comunidades vegetais ao longo do tempo pode não representar uma importância imediata e facilmente verificada para a agricultura. Mais do que isso, a mudança das comunidades vegetais leva consigo o processo de fixação de nutrientes. Foi feita uma referência no capítulo 2 que nas regiões tropicais o melhor depósito de nutrientes é em forma de biomassa. Então, o estabelecimento da vegetação depois do abandono de uma machamba pouco produtiva leva consigo a redução do nível de perdas de nutrientes, pois os poucos nutrientes disponíveis vão ser fixados em forma de biomassa. No decurso do processo de sucessão, verifica-se um aumento da biomassa da comunidade vegetal em geral e conseqüentemente o nível de nutrientes convertidos em biomassa. Este processo vai se desenrolar até que o nível de nutrientes (e de produtividade) esteja restabelecido. A Figura 40 representa resultados de uma experiência que foi feita na floresta de Hubbard Brook nos Estados Unidos onde uma área com uma floresta de mais de 60 anos foi desmatada e mantida sem cobertura vegetal durante três anos seguidos. Ao quarto ano, a área foi abandonada permitindo-se o estabelecimento de uma sucessão vegetal. Alguns dos

factos que se podem observar aqui são a grande perda de nutrientes do solo durante os anos em que o solo foi mantido sem cobertura vegetal e a redução dessa perda nos anos em que se permitiu o estabelecimento da vegetação. A redução das perdas de nutrientes deveu-se em grande medida à fixação destes na biomassa vegetal que aumentou com o desenvolvimento da sucessão vegetal.

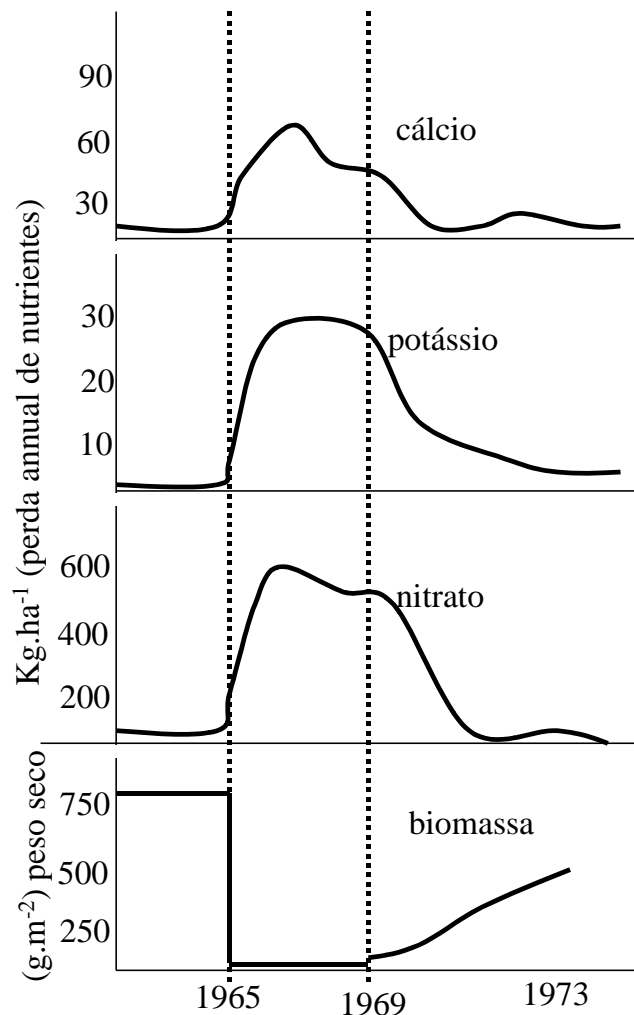


Figura 40. Efeitos do desmanatamento, cultivo e abandono em algumas características do ecossistema. Uma área florestal foi desbravada em 1965 e mantida cultivada sem vegetação durante 3 anos e em seguida permitiu-se o desenvolvimento da vegetação natural a partir de 1969 (ver Spurr e Barnes)

Este mecanismo é aquele que se dá nos sistemas de agricultura itinerante (shifting cultivation) onde o processo começa com a derruba de florestas para agricultura; depois de alguns anos de cultivo as terras ficam empobrecidas e já não podem suportar o sistema de agricultura sem insumos; assim, a terra é abandonada e deixada em pousio; depois do abandono a vegetação natural ocupa o sítio - é o processo de sucessão secundária; alguns anos mais tarde retorna-se à mesma parcela e derruba a

vegetação natural e volta a cultivar (Figura 41). A ideia central do pousio é a fixação de nutrientes e a sua reposição no ecossistema a fim de proporcionar condições para o desenvolvimento da cultura de interesse. Quanto maior for o período de repouso melhor será o reestabelecimento de nutrientes, garantindo assim a estabilidade do sistema.

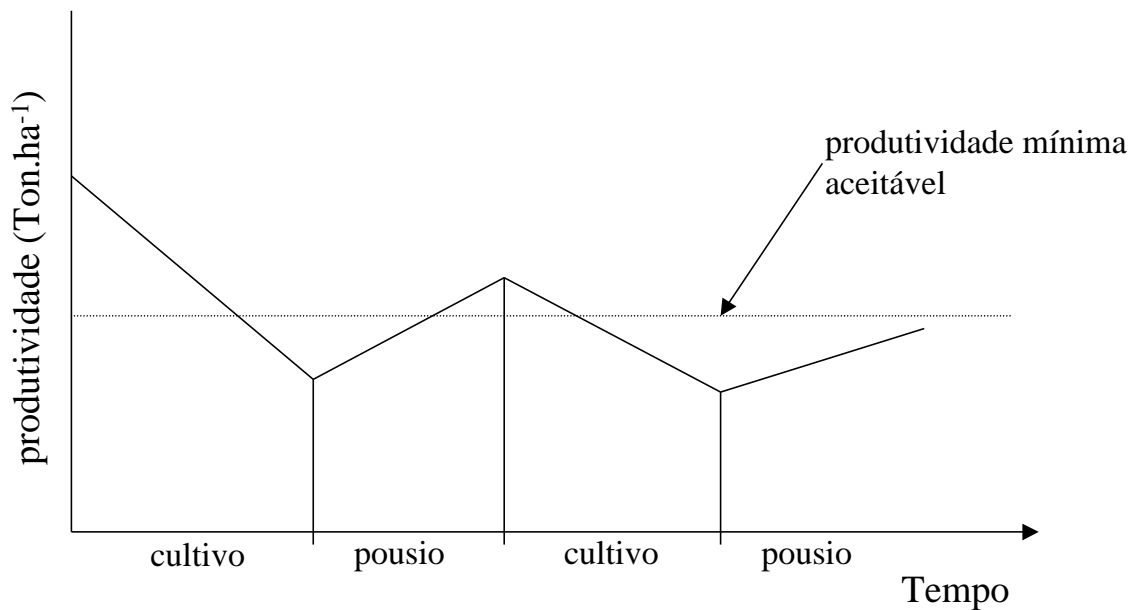


Figura 41. Ciclo de agricultura itinerante e processo de empobrecimento de terra. Quando a produtividade desce abaixo do nível mínimo aceitável a terra é abandonada, permitindo-se o estabelecimento de uma sucessão secundária que vai fixar os nutrientes.

Durante aquele período de estabelecimento da vegetação o que se verifica é a fixação de nutrientes que garantem o processo produtivo quando se retorna para o cultivo.

Deve-se notar aqui dois aspectos importantes:

- . A recuperação dos nutrientes mesmo que a sucessão opere durante muitos anos não alcança os níveis originais de quando era uma floresta não tocada.
- . Quando a agricultura sem insumos é praticada até ultrapassar os níveis admissíveis de autoreconstituição vai ser difícil estabelecer a sucessão secundária, e conseqüentemente será mais difícil o processo de fixação de nutrientes.

Com estas constatações pode-se concluir que apesar da sucessão secundária ter a

sua força recuperativa de terras empobrecidas tem as suas limitantes, por isso, uma machamba sucessivamente cultivada com este processo em largos períodos (com pouco repouso) pode estar degradada até níveis irrecuperáveis. Por outro lado, a situação da escassez de terra leva a que se encurtem cada vez mais os períodos de pousio e se prolonguem os períodos de cultivo, levando à degradação irreversível do solo.

(ii) O manejo de florestas naturais tropicais baseia-se no processo de sucessão secundária. As florestas primárias (aquelas florestas estáveis e pouco perturbadas) são muito poucas e normalmente encontram-se confinadas em sítios pouco acessíveis ou aos parques de reserva; as áreas definidas como de produção florestal já alguma vez foram perturbadas, ou para extração de madeira ou até mesmo derrubadas para outros fins (p.e. agricultura). Estas áreas de floresta numa fase sucessional são denominadas florestas secundárias, pelo facto de resultarem do processo de sucessão secundária.

Uma vez conhecidos os requerimentos ecológicos das espécies bem como as características das fases sucessionais, a silvicultura simula as perturbações que normalmente ocorrem na natureza de modo a favorecer um determinado grupo de espécies importantes e desejáveis do ponto de vista comercial. Dentre as espécies arbóreas desejáveis com características de madeira requerida pelo mercado (madeira moderadamente dura e de fácil trabalhabilidade) destaca-se o grémio das heliófitas duráveis e talvez as esciófitas parciais. Estas espécies são caracterizadas pelo facto de requerer luz moderada para o seu desenvolvimento e tolerarem algum nível de sombreamento. Assim, os tratamentos silviculturais tendentes ao manejo de florestas naturais usam como princípio a *estimulação da regeneração natural e do crescimento das espécies desejáveis*. Estas actividades normalmente desenvolvem-se mediante a eliminação de árvores "indesejáveis" de modo a criar clareiras na floresta (aumento de luz e redução da competição) - requisitos das heliófitas duráveis. Mas deve-se tomar em conta que as clareiras abertas não devem ser grandes pois senão a área vai ser invadida por heliófitas efêmeras, as quais têm madeira muito leve sem valor comercial.

Por outro lado, já no exemplo anteriormente citado com agricultura itinerante, no processo de vida das comunidades rurais o pousio, além de ter como objectivo final a recuperação da produtividade da terra, aquelas áreas tomadas pela sucessão secundária são uma fonte de produtos florestais como p.e. lenha, plantas medicinais, material de construção, etc. Então, no fim, a sucessão secundária torna-se uma importante ferramenta para a sobrevivência das comunidades rurais.

XX

Lei do mínimo de Leiberg

3.3. Maneio dos factores ambientais para fins agrícolas

BIBLIOGRAFIA

- BARBOUR, M.G.; BURK, J.H. & PITTS, W.D. (1987). Terrestrial plant ecology. Benjamin/Cummings Publishing Company. California. 634p.
- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1986. Ecology: Individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford. R.U. 876p.
- CAUSTON, D.R. (1988). An introduction to vegetation analysis. Unwin Hyman, Ltd. Wellington. 342p.
- COLLINSON, A.S. (1988). Introduction to world vegetation. Unwin Hyman, Ltd. Wellington. 325p.
- FAO. (1984). Agroclimatological Data (Vol.2: Countries South of the Equator). Roma. S/p.
- JEFFREY, C. (1982). An introduction to plant taxonomy. Cambridge University Press. Cambridge. 154p.
- LAMPRECHT, H. (1990). Silvicultura nos trópicos. GTZ. Eschborn. 343p.
- LEMON, P.C. (1962). Field and laboratory guide for ecology. Burgess Publishing Company. Albany. 180p.
- LONGNAM, K.A. & JENÍK, J. (1974). Tropical forest and its environment. Lowe & Brydone printers limited. Thelford. 196p.
- MALLEUX, J. (1980). Evaluacion de los recursos forestales de la Republica Popular de Mozambique. FAO. Roma. 90p.
- MARZOCCA, A. (1985). Nociones basicas de taxonomía vegetal. Editora IICA. San Jose. 236p.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. (1979). Atlas Geográfico (vol 1). Maputo. 49p.
- ODUM, E.P. (1985). Ecologia. Interamericana. Brasil. 434p.
- REMMERT, H. (1980). Ecologia. Springer. São Paulo. 335p.
- SITOE, A.A. (1993). Crecimiento diametrico de especies arboreas en un bosque tropical seco en la costa pacifica de Nicaragua.

Relatorio de trabalho do Projecto RENARM/PBN CATIE. Turrialba,
Costa Rica. 28p.

SPURR, S.H. & BARNES, B.V. (1980). Forest ecology. John Wiley and Sons. USA.
687p.

VON CARLWITZ, P.G.; WOLF, G.V. & KEMPERMAN, R.E.M. (1991).
Mutlipurpose trees and shrub database. An information and
decision- support system. User's manual, version 1.0. ICRAF:
Nairobi, Kenya.

WHITMORE, T.C. (1991). An introduction to tropical rain forest.
Clarendon Press. Oxford. 226p.

WILD, H. & FERNANDES, A. (1968). Flora Zambeziaca. Rhodesia. 68p.