

CAPÍTULO 3

Edson Alves de Araújo
 João Luiz Lani
 Judson Ferreira Valentim
 Carlos Maurício S. Andrade
 Moacyr B. Dias-Filho
 João Carlos Ker
 Márcia Vitória Santos

DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS: ASPECTOS CONCEITUAIS, AVALIAÇÃO E ALTERNATIVAS DE RECUPERAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, o Acre apresenta-se como uma das últimas fronteiras agrícolas da Amazônia Ocidental. A maior parte das áreas desflorestadas no Estado, cerca de 1,3 milhões de hectares, vem sendo utilizadas com pastagens, em sua maioria, concentradas na região Leste do Estado. Estima-se que metade encontre-se em algum estágio de degradação ou abandonada. A tendência de utilização do solo com pastagens extensivas tem sido percebida em vários segmentos produtivos do Estado. No entanto, em muitos casos o solo tem sido subutilizado em termos de aptidão agrícola e praticamente sem práticas adequadas de conservação e manejo.

Isso tem motivado vários debates com relação aos impactos negativos desses ecossistemas sobre a biodiversidade, o ciclo hidrológico, os recursos hídricos, a ciclagem de nutrientes e a degradação de propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Existe, portanto, a necessidade de definir critérios e indicadores de qualidade do solo, bem como procedimentos que possibilitem mensurar o nível de degradação de pastagens, e assim subsidiar e monitorar o uso e o manejo do solo.

O presente capítulo tem como objetivo discutir terminologias utilizadas em estudos de degradação de

ecossistemas de pastagem na Amazônia. Além disso, são sugeridos critérios e indicadores de degradação de solo e ambiente em razão das particularidades edafoclimáticas da região, e procedimentos utilizados para a quantificação da degradação e alternativas para recuperação desses ecossistemas.

2. ASPECTOS CONCEITUAIS

2.1. Degradação

O termo degradação em ecossistemas amazônicos tem sido utilizado nos contextos agrícola e ambiental (VIEIRA et al., 1993). A degradação agrícola refere-se à perda de produtividade econômica em termos agrícola, pecuário ou florestal. A degradação ambiental envolve danos ou perdas de populações de espécies animais ou vegetais, ou perda de funções críticas do ecossistema como, por exemplo, modificações na quantidade de carbono armazenado, quantidade de água transpirada e ciclagem de nutrientes.

A “degradação agrícola”, em ecossistemas de pastagem na Amazônia, é caracterizada pela mudança na composição botânica da pastagem, em razão do aumento na proporção de plantas daninhas¹ e na diminuição da gramínea forrageira (**Figura 1**) (SERRÃO & TOLEDO, 1990; VIEIRA et al., 1993; (DIAS-FILHO, 2007).

¹ Existe no meio acadêmico uma grande discussão com relação ao termo planta daninha, sendo em muitas situações utilizadas de forma inadequada, como: planta invasora, indesejável, planta má ou erva má, planta espontânea. Em linhas gerais, planta daninha é qualquer planta que ocorre onde não é desejada (PERALTA, 1993).

Já a “degradação biológica” em áreas de pastagem se caracteriza pela intensa diminuição da cobertura vegetal, devido drástica deterioração das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (DIAS-FILHO, 2007).

Neste sentido, Dias-Filho (2005a) ressalta que, a capacidade da pastagem para produzir economicamente (do ponto de vista agropecuário) tenderia a declinar, devido à pressão competitiva exercida pelas plantas daninhas.

Segundo (DIAS-FILHO, 2007) em ecossistemas de cerrado, o tipo de degradação de pastagem mais freqüente é a degradação biológica. Assim, as áreas cobertas por gramíneas forrageiras vão sendo reduzidas gradualmente, deixando o solo exposto às intempéries, resultando na erosão, compactação, e perda de matéria orgânica do solo.

Na degradação de pastagens devido à síndrome da morte do Capim-braquiarião, pode ocorrer à perda de produtividade econômica em razão da redução na produção de biomassa da gramínea, sem que, necessariamente, tenha ocorrido a degradação do solo. O problema está associado à falta de adaptação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a solos de drenagem restrita, o que pode ser uma característica natural do solo, agravada pelo manejo inadequado das pastagens (superpastejo, queimadas sucessivas expondo o solo e causando sua compactação e redução da permeabilidade) (ANDRADE & VALENTIM, 2006, 2007).

Portanto, percebe-se que a tentativa de “estratificar” o conceito de degradação serve apenas como um modelo conceitual, pois, na maioria das vezes, a degradação agrícola e ambiental pode ocorrer simultaneamente em razão da magnitude ou do grau de intervenção antrópica num dado ecossistema.

2.2. Área Degradada

Na literatura especializada, vários são os conceitos existentes sobre áreas degradadas (DIAS & GRIFFITH, 1998; LAL, 1998; KOBAYAMA et al., 2001). Para o propósito deste trabalho, e para subsidiar as discussões a seguir, tomou-se como base o conceito proposto por Lal (1998) e Kobayama et al. (2001), que consideram área degradada como sendo aquela que teve perda, ou declínio, de suas funções e usos.

Assim, o solo tem sido utilizado como base de classificação de área degradada segundo três categorias (SNAKIN et al., 1996; LAL, 1998):

1) degradação física - refere-se às alterações de características concernentes ao arranjo das partículas de solo, tendo como principais parâmetros a permeabilidade, densidade, estrutura, aeração e coesão;

2) degradação química - esta forma de degradação reflete a presença de elementos indesejáveis no solo, ou a perda de nutrientes essenciais à nutrição mineral de plantas;

3) degradação biológica – declínio da diversidade biológica, da fauna edáfica e, da matéria orgânica do solo.

A partir desse ponto, poderia ser questionado o modo como é realizada a classificação da degradação de um solo, que embora exibindo, a priori, boas características físicas, químicas e biológicas, simultaneamente, apresente um quadro evolutivo de degradação agrícola, em razão da falta de adaptação da espécie a determinado tipo de solo. Um exemplo é a síndrome da morte do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que vem ocorrendo em solos de drenagem restrita na Amazônia.

Na realidade, quando se tenta classificar a degradação de forma compartimentalizada, ela começa a não atender a todas as situações. Assim, a degradação permeia as várias categorias consideradas anteriormente, ou seja, tem um caráter mais abrangente.

No Acre, os sintomas associados à síndrome da morte do Capim-braquiarião, surgiram alguns anos depois de sua implantação (VALENTIM et al., 2000). Provavelmente, este fato pode estar relacionado à degradação física do solo, ocasionada pelo pisoteio do rebanho bovino com o tempo de uso, assim como à perda de biodiversidade da fauna edáfica (degradação biológica) em decorrência da implantação de, apenas, uma variedade de gramínea forrageira (monocultivo) em extensas áreas.

Portanto, em tal situação, sugere-se que ocorra uma degradação física associada à perda de funções da pedosfera, relacionadas ao suprimento de água e trocas gasosas. Além disso, ocorre degradação ambiental devido à proliferação de fungos patogênicos ao sistema radicular da planta forrageira ou cultura, associado à redução de biodiversidade natural, que atuaria como barreira para tal fenômeno.

2.3. Entropia

Os ecossistemas tropicais sob vegetação nativa estão em equilíbrio termodinâmico (vegetação clímax), ou

seja, as perdas e ganhos dentro do sistema são equivalentes (“steady-state level”). No entanto, quando há rompimento deste equilíbrio, ocorre um aumento de entropia (desordem) no sistema (**Quadro 1**) (ADDISCOTT, 1995).

A depender da magnitude do impacto sobre o meio, o sistema pode caminhar para um processo de degradação (aumento da desordem ou aumento da entropia do meio) ou a um novo equilíbrio (decréscimo de entropia).

2.4. Resiliência e Resistência do Solo

O termo resiliência tem sido definido, a partir de vários pontos de vista e para vários propósitos (ESWARAN, 1994; LAL, 1994; 1997; SZABOLCS, 1994; TIESSEN et al., 1994; BLUM & SANTELISES, 1994; NOVAIS & SMITH, 1998; SEYBOLD et al., 1999; MITCHELL et al., 2000). Em geral, resiliência significa a tolerância do ecossistema contra um estresse, ou a resposta que um dado corpo pode dar após essa força ter sido aplicada (SZABOLCS, 1994).

Em relação à resiliência do solo, Szabolcs (1994) a define como sendo a capacidade tampão do solo em relação aos impactos físicos, químicos e biológicos submetidos. Entretanto, Eswaran (1994) comenta que resiliência seria a habilidade de um dado ecossistema em se recompor. Blum & Santelises (1994) sugerem que a resiliência do solo seria a habilidade de um sistema, depois de perturbado, retornar a um novo equilíbrio dinâmico. Isso decorre do fato que os solos estariam sempre sujeitos a distúrbios naturais ou causados pelo homem.

O termo resiliência tem sido muito utilizado em ecossistemas de clima temperado. Neste sentido, Novais e Smith (1998) alertam para a necessidade de adequação do termo para ecossistemas de solos tropicais, principalmente em ecossistemas de solo de cerrado (solos mais intemperizados), naturalmente inférteis e com elevada adsorção de P.

A resistência descreve a habilidade do ecossistema em evitar o deslocamento, ou resistir a mudanças (tamponamento) nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ESWARAN, 1994; BEGON et al., 2006).

Portanto, alguns questionamentos ocorrem, conforme se segue: Quanto tempo um ecossistema leva para se recuperar até alcançar um novo equilíbrio, ou mesmo atingir o “steady-state” (vegetação clímax) após

uma perturbação? Pode existir uma perturbação catastrófica mediante a qual o sistema fique impossibilitado de retornar ao “steady-state”?

É tarefa árdua responder a esses questionamentos, assim como as variáveis envolvidas são de difícil mensuração. No entanto, a recuperação de um dado solo dependerá, inicialmente, da magnitude da extensão da perturbação e do período de tempo em que o sistema é perturbado. A princípio, a resistência seguida da resiliência do ecossistema, ditará o padrão de recuperação em razão do tamponamento físico, químico e biológico do meio.

3. DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL, ACRE

3.1. Extensão da Degradação

Para fins de planejamento, a Amazônia Legal, pode ser dividida em Amazônia Ocidental e Oriental. A Amazônia Ocidental brasileira é constituída pelos Estados do Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima, possuindo área total de 2,18 milhões de km², equivalente a 42,8 % da área da Amazônia Legal brasileira e a 25,6 % do território nacional. A Amazônia Oriental é constituída pelos Estados do Pará, Maranhão, Amapá, Tocantins e Mato Grosso, compreendendo uma área de 3,0 milhões de km², aproximadamente. Os Estados que apresentam maior descaracterização de sua cobertura florestal em termos de grandeza no desmatamento, são: Rondônia, Maranhão, Mato Grosso e Pará (**Quadro 2**).

Entre os nove Estados, que compõem a Amazônia Legal, o Acre ocupa o 6º lugar em termos de contribuição para o desmatamento na região. No entanto, em comparação com os outros Estados da Amazônia Ocidental, o Acre ocupa a 3ª posição (INPE, 2007) (**Quadro 2**).

Estima-se que até 2007 cerca de 691.123 km² foi desmatado na Amazônia Legal, o que equivale a 17,2 % da área total da região (INPE, 2008). Do total desmatado, estima-se que cerca de 80-90 %, têm sido utilizados com pastagens e manejados de forma extensiva. Acredita-se que metade desta área seja ocupada por pastos degradados ou capoeiras derivadas de pastos degradados e roçados abandonados (FEARNSIDE & BARBOSA, 1998; BRASIL, 2004).

Além do uso com pecuária, a Amazônia tem sido intensamente desflorestada em virtude da extração seletiva de madeira e utilização com áreas de assentamento rural (MARGULIS, 2003; ALENCAR et al.,

2004), o que tem ocasionado muitos conflitos pela posse da terra (KOHLHEPP, 2002).

Com área territorial de aproximadamente 164.220 km², o Acre apresenta sua cobertura florestal nativa com cerca de 11,7 % (19.200 km²) de sua área total desflorestada (INPE, 2007). O desmatamento tem se concentrado, principalmente, nos municípios localizados na região leste do Estado, ao longo das rodovias (BR 364, AC-090, AC-040 e BR 317), estradas vicinais (ramais) e às margens dos diversos cursos d'água (**Figura 2**). Portanto, mais de 60 % do total desmatado concentram-se nas regionais do Alto e Baixo Acre (**Quadro 3**).

Os municípios de Plácido de Castro e Senador Guiomard, localizados na regional do Baixo Acre, possuem áreas desflorestadas superiores a 60 % da extensão territorial de cada município (**Quadro 3**). Este processo é decorrente da existência de estradas pavimentadas e, ou ramais que possuem acesso o ano todo; existência de vários projetos de assentamento; proximidade dos principais centros urbanos; e presença de grandes propriedades agropecuárias (SASSAGAWA & BROWN, 2000; ACRE, 2006).

As áreas utilizadas com pastagem abrangem uma área de 13.352 km², que correspondem a 81% do total desmatado até 2004 (OLIVEIRA et al., 2006). A tendência tem sido a implantação crescente de pastagens, por diversos segmentos do setor produtivo, tais como, assentados, colonos, extrativistas, ribeirinhos e pecuaristas (FUJISAKA et al., 1996; FUJISAKA & WHITE, 1998; AMARAL et al., 2000; SOUZA, 2001). A dinâmica da atividade é muito intensa e tem como finalidade, a criação de gado de corte nas fazendas e criatório destinado ao corte e leite em áreas de assentamentos e em reservas extrativistas (ACRE, 2000, 2006).

Em 2004, as áreas de capoeira abrangiam 13,1 % do total desmatado, o que corresponde a 2.155,8 km² (OLIVEIRA et al., 2006). Isso significa que deveria ser priorizada a utilização de uma significativa parte dessa área, como forma de reincorporá-la ao processo produtivo, evitando, assim, o desmate de novas áreas de floresta nativa.

3.2. Impactos da Conversão de Floresta Nativa em Ecossistemas de Pastagem

O estudo de alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, em ecossistemas de pastagens na Amazônia, tem sido realizado, principalmente, com a utilização de pastagens de

diferentes idades, tendo a mata nativa como referencial (BUSCHBACHER et al., 1988; MORAES et al., 1996).

Esse procedimento permite o exame de alterações de propriedades do solo em função do uso e manejo ao longo do tempo.

Os primeiros trabalhos concernentes às alterações, proporcionadas pela conversão de florestas nativas em pastagens por sistemas pecuários na Amazônia, surgiram em meados e final da década de 1970 e no decorrer da década de 1980, como forma de alerta à evolução crescente do desmatamento na região e ao abandono de pastagens não produtivas (FALESI, 1976; BUSCHBACHER et al., 1988; UHL et al., 1988) e com os impactos causados à fauna do solo (DANTAS, 1979; BANDEIRA, 1979).

À época, Fearnside (1980) questionava a utilização de pastagens na Amazônia e seus efeitos positivos na fertilidade do solo. Esse pesquisador contestava a “febre” existente quanto à melhoria da qualidade do solo aludida à implantação de pastagens. Também afirmava que havia sido dada uma excessiva importância à questão do nível de nutrientes existentes na floresta nativa, em comparação a ecossistemas de pastagem, por três razões: 1) a grande maioria dos nutrientes no ecossistema da floresta estão estocados na vegetação e não no solo, o que torna a comparação isolada dos níveis de nutrientes do solo não representativa, uma vez que os estoques totais de nutrientes da floresta são maiores que os estoques totais do ecossistema da pastagem; 2) a descoberta que os níveis dos nutrientes do solo são mais altos sob pastagem, que sob a floresta nativa não deveria induzir, necessariamente, a conclusão que a pastagem pode fornecer uma produção, indefinidamente, sustentável; e, 3) os fazendeiros da Amazônia brasileira poderiam não estar interessados em uma produção, indefinidamente, sustentável.

A partir da década de 1990, destacam-se trabalhos com ênfase na dinâmica e nos estoques de carbono no solo (DESJARDINS et al., 1994, 2004; FEIGL et al., 1995; MORAES et al., 1996; NEILL et al., 1996; BERNOUX et al., 1998, 1999; FERNANDES et al., 1999), nas transformações de P (GARCIA-MONTIEL et al., 2000; TOWNSEND et al., 2002), nas alterações de propriedades físicas do solo (MULLER et al., 2001, 2004; NEVES JÚNIOR, 2005), nas alterações em propriedades físicas e químicas do solo (PEREIRA et al., 2000; MAKEWITZ et al., 2004; COSTA, et al., 2006), nos estudos concernentes à fauna edáfica (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000; DECAENS, et al., 2004; BARROS, et

al., 2004; MATHIEU et al., 2004; FEIGL et al., 2006) na microbiologia do solo (MOREIRA & MALAVOLTA, 2004). Destacam-se, também, na utilização de Sistemas de Informações Geográficas – SIG (ASNER et al., 2004), com modelagem das mudanças ocorridas na matéria orgânica do solo, durante o processo de conversão da floresta nativa em pastagem (CERRI et al., 2003, 2004).

Após o desmatamento e queima da floresta, grandes quantidades de C são perdidas a partir da biomassa acima do solo, sendo que a maioria é emitida para a atmosfera na forma de CO₂. De acordo com Dias-Filho et al. (2001), a conversão de floresta em pastagem libera 100 a 200 t de C ha⁻¹, proveniente da biomassa da floresta, para a atmosfera.

Alguns trabalhos em ecossistemas de pastagens (degradadas ou não) têm mostrado uma melhora nas propriedades químicas dos solos e degradação de propriedades físicas (NEILL et al., 1996; BERNOUX et al., 1999; DESJARDINS et al., 1994, 2004; MELO, 2003). Nesses trabalhos, os valores de pH, soma de bases e C tendem, com o tempo de utilização, a um incremento. A maioria dos estudos mostra que o P disponível aumenta, somente no momento inicial após a conversão da floresta em pastagem, mas tende a diminuir com o tempo. Alguns estudos, avaliando as frações de P em sucessões de solos, mostram que há ocorrência de um aumento nas frações orgânicas de P e redução do fósforo total (formas oclusas) (GARCIA-MONTIEL et al., 2000; TOWNSEND et al., 2002). O decréscimo no conteúdo de P total, segundo Townsend et al. (2000) estaria associado a dois fatores: 1) após o desflorestamento da mata nativa e subsequente queima, ocorre incremento no pH, que pode causar a transferência de formas inorgânicas de P ocluso em formas mais lábeis; 2) solos sob pastagem são freqüentemente sujeitos a compactação que podem limitar a disponibilidade de oxigênio, criando condições redutoras que levam a liberação de formas inorgânicas de P a partir de formas mais oclusas para menos oclusas.

O incremento na densidade do solo em ecossistema de pastagem é resultante do processo de compactação do solo, causado pelo pisoteio do gado e outros fatores. A compactação do solo degrada suas propriedades físicas, tendo, como conseqüência, maior dificuldade de penetração das raízes, redução na infiltração de água e trocas gasosas, que podem facilitar as perdas de matéria orgânica e nutriente pelo escoamento superficial (MULLER et al., 2001, 2004; MARTINEZ & ZINCK, 2004). A compactação pode, também, influenciar nas estimativas do conteúdo de C e N (numa dada profundidade), em razão das mudanças na

massa do solo (LUGO & BROWN, 1993; VELDKAMP, 1994).

A tendência tem sido um aumento na proporção de C derivado de pastagem com o tempo de uso, em decorrência do enriquecimento em ¹³C proveniente de gramínea forrageira de ciclo fotossintético C₄, conforme demonstram alguns trabalhos realizados em Rondônia (NEILL et al., 1996), Manaus (DESJARDINS et al., 2004), Pará (DESJARDINS et al., 1994; BERNOUX et al., 1999) e Acre (MELO, 2003; SALIMON et al., 2004, 2007). Assim, os estoques de C remanescentes da floresta decrescem e ocorre um acréscimo nos estoques de C oriundo da pastagem, em proporções que podem atingir 80 % (NEILL et al., 1996).

A utilização de modelos matemáticos tem permitido constatar que a conversão de floresta em pastagem pode resultar em um aumento de até 54 % no estoque de C, nos primeiros 30 cm de solo, durante os primeiros 100 anos de utilização, com tendência de crescimento após este período (CERRI et al., 2003). Tem havido também preocupação com relação às alterações no ciclo hidrológico (ARTAXO et al., 2005; DUARTE, 2005; TRANCOSO et al., 2007) e clima da região (FISCH et al., 1998) em razão da troca de superfícies vegetadas por pastagens.

3.3. Síndrome da Morte do Capim-Braquiarião

No Acre, assim como no restante da Amazônia brasileira, o processo de implantação de pastagens cultivadas consiste na derrubada e queima da biomassa florestal, seguindo-se a semeadura das forrageiras, principalmente o Capim-braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv Marandu) (DIAS-FILHO & ANDRADE, 2006).

Após alguns anos de utilização, as pastagens perdem gradativamente a capacidade produtiva, ou seja, passam a comportar um número menor de cabeças de gado. A redução na capacidade de suporte e conseqüente degradação das pastagens no Acre são decorrentes de fatores como: morte do Capim-marandu (morte de pastagem; síndrome da morte do Capim-marandu), manejo incorreto do pastejo (superlotação), falta de adubação, uso excessivo do fogo, dentre outros (VALENTIM et al., 2000; ANDRADE & VALENTIM, 2006; 2007; DIAS-FILHO & ANDRADE, 2006).

A síndrome da morte do Capim-braquiarião é um fenômeno, que ocorre devido à falta de adaptação de *B. brizantha* cv Marandu ao encharcamento periódico do solo, principalmente, no final do período chuvoso, estando

associada também a distúrbios fisiológicos da gramínea e à ação de fungos fitopatogênicos (DIAS-FILHO & CARVALHO, 2000; VALENTIM et al., 2000; DIAS-FILHO, 2000, 2002; 2006; ANDRADE et al., 2003; ANDRADE & VALENTIM, 2006, 2007).

No Estado do Acre, o problema tem sido bastante grave devido ao predomínio de solos com drenagem restrita e que na estação chuvosa, ficam sujeitos à deficiência de oxigênio. Isto favorece as condições redutoras do solo (abaixamento do potencial redox) e o acúmulo de substâncias potencialmente tóxicas à planta como sulfetos e formas solúveis de ferro (Fe_{2+}) e manganês (Mn_{+2}) (DREW, 1997; BRIAT et al., 1995; ARAÚJO et al., 2006).

Além disso, fatores como o pisoteio do gado, idade da pastagem, taxa de lotação, ciclos de umedecimento e secagem do solo e o selamento superficial podem contribuir para a intensificação do estresse fisiológico e piorar as condições edáficas, agravando o problema (DIAS-FILHO, 2005b; 2006).

Estudos adicionais são importantes para aprofundar a compreensão do problema, tais como: estudos sobre o efeito do encharcamento do solo na dinâmica de nutrientes; ferro e manganês no solo e sua assimilação pelas plantas forrageiras; e, principalmente, para refinar o processo de seleção e recomendação de cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras adaptadas às diferentes condições ambientais da Amazônia.

No Acre, poucos são os trabalhos que ressaltam tal problemática (ANDRADE et al., 2003; ARAÚJO et al., 2006). Uma vez que a maioria das pesquisas concentra-se na espacialização de áreas vulneráveis à implantação de *B. brizantha* (VALENTIM et al., 2000); na construção de índices de morte de pastagem em função das características de solo (AMARAL et al., 2006); soluções tecnológicas (ANDRADE & VALENTIM, 2006); e opções forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas da região para lidar com tal fenômeno (DIAS-FILHO, 2005b; ANDRADE & VALENTIM, 2007).

Degradação agrícola

**Mudança na composição botânica
(-forragem +plantas daninhas)**

Degradação biológica

**Drástica diminuição da biomassa vegetal
(degradação do solo)**



Pastagem degradada

Figura 1. Ilustração dos conceitos de degradação agrícola e biológica em ecossistemas de pastagem. Fonte: Dias-Filho, 2007.

Quadro 1. Processos que favorecem a diminuição e aumento de entropia no sistema solo-planta.

Decréscimo de entropia	Aumento de entropia
Biológicos	
Fotossíntese (moléculas de maior tamanho)	Respiração (moléculas menores)
Crescimento	Senescência
Formação de húmus (humificação)	Decomposição do húmus (mineralização)
Físicos	
Fluxo de água (desenvolvimento do perfil)	Fluxo de água (erosão, lixiviação)
Floculação	Dispersão
Agregação	Desagregação
Desenvolvimento de estrutura	Quebra de estrutura

Fonte: Adaptado de Addiscott, 1995.

Quadro 2. Distribuição dos 680.000 km² de desmatamento ocorrido até 2006, para os Estados da Amazônia Legal.

Estado	Área do Estado km ²	Total desmatado até 2006 km ²	%
Pará	1.249.576	212.906	17,04
Mato Grosso	904.895	198.434	21,93
Maranhão	335.902	94.974	28,27
Rondônia	240.404	81.253	33,80
Amazonas	1.601.920	32.674	2,04
Tocantins	278.998	29.939	10,73
Acre	158.881 (164.220)*	19.200	12,08 (11,7)*
Roraima	226.232	8.085	3,57
Amapá	335.902	2.430	1,70

Fonte: INPE, 2007.

*Valores entre parênteses são dados atualizados da área do Acre e percentual desmatado. O INPE, até o presente, não atualizou sua base de dados da área territorial do Acre e Amazonas, que foram alterados por decisão do Supremo Tribunal Federal (STF) entre julho e agosto de 2004.

Quadro 3. Área desflorestada por município e por regional até 2004, no Estado do Acre.

Regional	Município	Área		Desfloresta- mento em relação a área do município ----- % -----	Desmata- mento na regional -- km ² -- %--			
		----- km ² -----	----- km ² -----		----- km ² -----	----- % -----		
Baixo Acre	Rio Branco	8.831	2.235	25	6.831	42		
	Plácido de Castro	1.945	1.233	63				
	Porto Acre	2.609	962	37				
	Senador Guiomard	2.321	1.430	62				
	Bujari	3.037	971	32				
Alto Acre	Acrelândia	1.814	834	46	4.508	27		
	Capixaba	1.696	692	41				
	Assis Brasil	4.977	184	4				
	Brasiléia	3.918	1.017	26				
	Epitaciolândia	1.655	675	41				
	Xapuri	5.347	1.107	21				
Purus	Manoel Urbano	10.635	181	2	1.284	8		
	Santa Rosa do Purus	6.140	34	1				
	Sena Madureira	23.732	1.069	5				
Tarauacá e Envira	Feijó	27.964	1.031	4	2.263	14		
	Jordão	5.361	78	1				
	Tarauacá	20.199	1.154	6				
	Cruzeiro do Sul	8.816	604	7				
Juruá	Mâncio Lima	5.502	315	6	1.572	10		
	Marechal Thaumaturgo	8.190	164	2				
	Porto Walter	6.453	145	2				
	Rodrigues Alves	3.078	345	11				
		164.220	16.459	-			-	100

Fonte: Oliveira et al., 2006.

Quadro 4. Indicadores selecionados de solo e ambiente, que podem nortear o estudo de degradação de ecossistemas de pastagens no Acre.

Tipo de degradação	Indicadores	
	Descritivos	Análíticos
Agrícola	Composição botânica de plantas indesejáveis (plantas daninhas); status nutricional da forrageira (diagnose visual)	-
Física	Textura, cor do solo (zonas de redução; início), drenagem, espessura do horizonte A, espessura do solum (horizontes A+B), erosão, relevo, declividade, consistência do solo, padrão de desenvolvimento do sistema radicular, selamento e encrostamento do solo	Textura do solo, densidade do solo; infiltração, porosidade do solo, capacidade de retenção de água, resistência do solo à penetração, estabilidade de agregados, condutividade hidráulica e argila dispersa em água
Química	Concreções de manganês (efervescência com H ₂ O ₂)	pH, C orgânico, Al ³⁺ , N P e K ⁺ , soma de bases, saturação de bases (V%), matéria orgânica leve (MOL)
Físico-Química	-	Capacidade de troca catiônica (CTC); potencial redox
Biológica	Presença de cupinzeiros, solo desnudo, presença de macrofauna edáfica (canais, coprólitos) modificações morfofisiológicas da forrageira e alteração na produção	biomassa microbiana do solo, respiração microbiana do solo, nitrogênio mineralizável e quantidade e diversidade da fauna edáfica.
Síndrome da morte do Capim-braquiarião	Solum raso, rachadura do solo, cores esbranquiçadas e acinzentadas do solo, áreas de baixada, amarelecimento e seca do capim, presença de plantas daninhas adaptadas a solos encharcados, selamento e encrostamento do solo	Densidade do solo, porosidade, condutividade hidráulica, potencial redox, proporção de silte maior que argila

Fonte: Araújo, 2008.

Quadro 5. Índice de degradação físico (IDSf), químico (IDSq) e total (IDSt) para duas sucessões mata-pastagem, na região Leste do Acre.

Ecosistemas	IDSq	IDSf	IDSt
Sucessão 1			
Mata Nativa	0,0	0,0	0,0
Pastagem de <i>B. brizantha</i> 3 anos	17,1	53,21	35,2
Pastagem de <i>B. brizantha</i> 10 anos	92,5	- 23,18	34,6
Sucessão 2			
Mata Nativa	0,0	0,0	0,0
Pastagem de <i>B. brizantha</i> 20 anos	6,1	- 43,5	- 18,7

Fonte: Araújo et al., 2007b.

Quadro 6. Critérios utilizados para avaliação dos níveis de degradação agrícola de ecossistemas de pastagens da Amazônia Oriental e Ocidental.

Ecosistemas de pastagens da Amazônia Oriental – Belém ¹				
Nível de degradação	1. Baixo (A)	2. Médio (B)	3. Baixo (C)	3. Baixo (C)
Relação gramínea	90 – 100	75 – 85	40 – 70	40 – 70
forrageira/invasora (%)	5 – 10	15 – 25	30-60	30-60
Plantas daninhas (%)				
Ecosistemas de pastagens da Amazônia Ocidental – Acre ²				
Nível de degradação	1. Produtiva	2. Leve	3. Moderada	3. Moderada
Relação gramínea	85 – 100	65-85	40-64	40-64
forrageira/invasora (%)				
Plantas daninhas (%)	15	15-35	36-60	36-60

Fontes: ¹ Serrão & Toledo, 1990; ² Dias-Filho & Andrade, 2006.

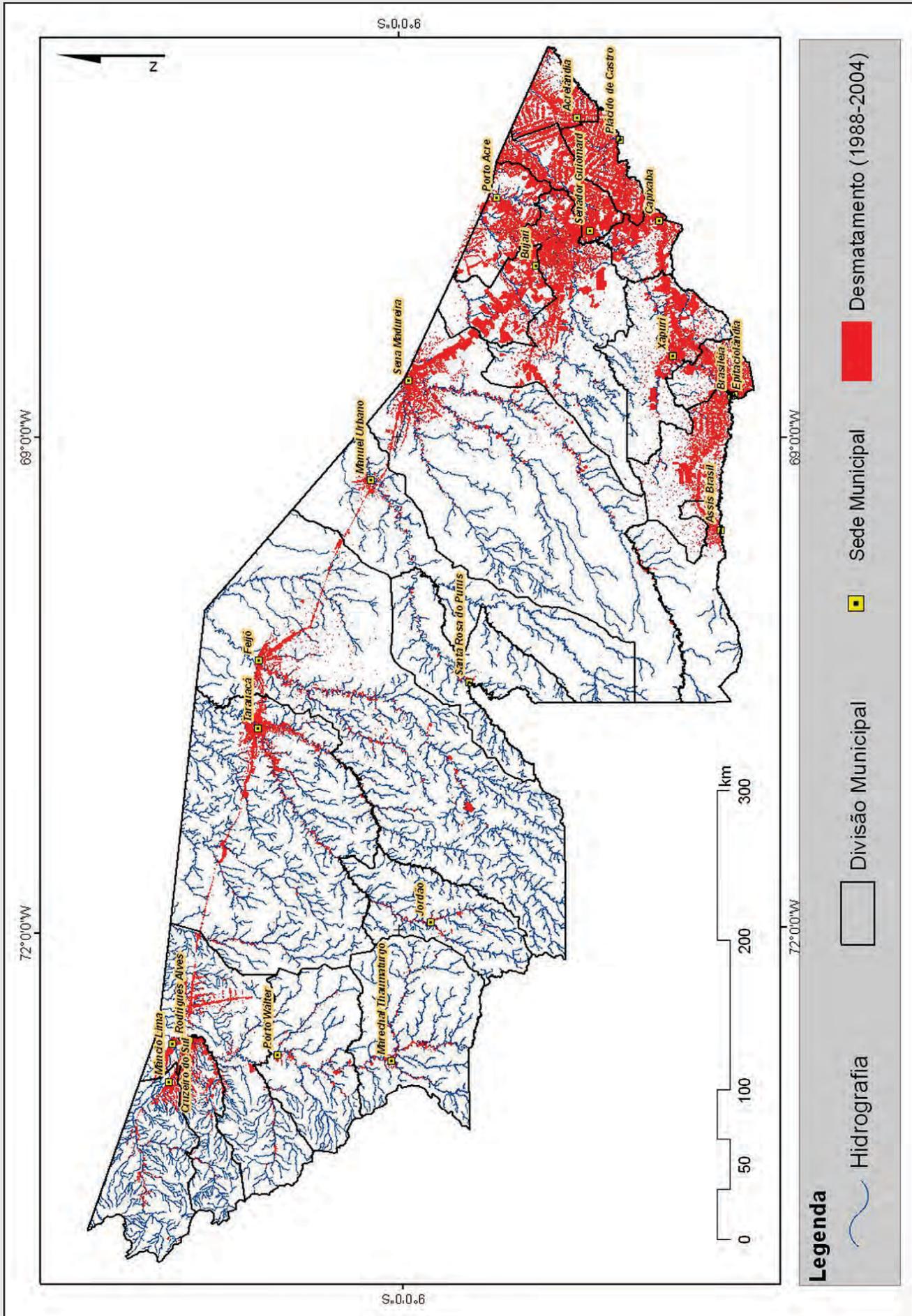


Figura 2. Desmatamento no Acre até 2005. (Fonte: mosaico construído a partir de dados de Acre, 2006).

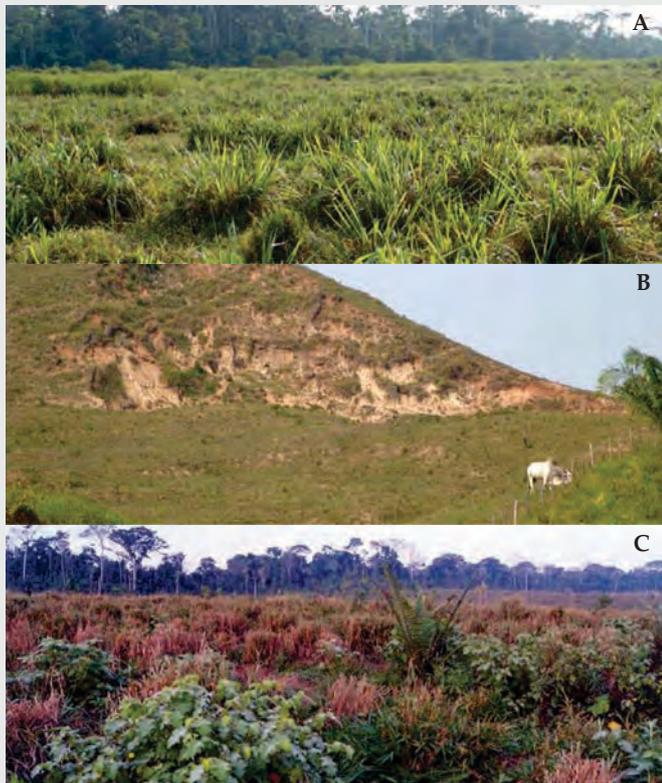


Figura 3. Pastagens de *B. brizantha* com diferentes tipos e estádios de degradação no Acre: (A) infestada por navalhão (*Paspalum virgatum*) (B) em estágio avançado de degradação; (C) acometida pela síndrome da morte do braquiarião e infestada por plantas daninhas. Fotografias: A e B – João Luiz Lani, agosto de 2007; C – Edson Araújo, outubro de 2004.



Figura 4. (A) Cores acinzentadas à superfície de solo de drenagem restrita. As concreções escuras denotam redução de Fe e Mn em área de ocorrência de Plintossolo; (B) no mesmo ambiente da Figura 3a, ocorrência de tiririca-do-brejo (*Cyperus* spp.) com pastagem nativa.

Fotografias: A - Edson Alves de Araújo, março de 2007; B - Nazaré Macedo, março de 2007; Projeto Riozinho, Rio Branco-AC.

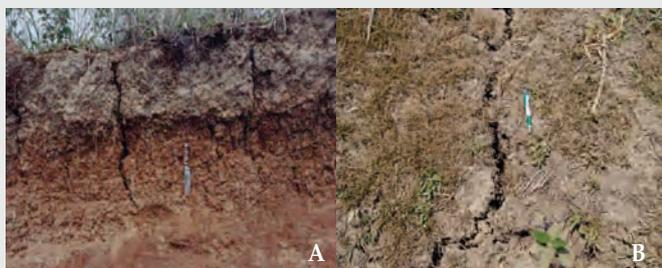


Figura 5. (A) Solo com mudança textural abrupta ao longo da BR 364, próximo ao município de Manoel Urbano. Observa-se o nítido fendilhamento do solo; (B) no detalhe a presença de rachaduras à superfície em área de pastagem do mesmo ambiente.

Fotografias: A – Edson Alves de Araújo, outubro de 2004; B – João Luiz Lani, agosto de 2007.



Figura 6. (A) Detalhe da presença de Puerária (*Pueraria phaseolides*) (verde escuro) em pastagem de *B. brizantha* no município de Rio Branco; (B) Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), leguminosa que vêm sendo recomendada para melhoria da qualidade das pastagens. (Fotografias: (A) Edson Araújo, outubro de 2004; (B) João Luiz Lani, agosto de 2007).



Figura 7. Pastagem em processo de recuperação da infestação por Capim-navalha (*Paspalum virgatum*) por meio do plantio de *B. humidicola* no município de Tarauacá, Acre (A) e Capim-navalha em detalhe (B). (Fotografias: (A) - João Luiz Lani, agosto de 2007; (B) – Edson Araújo, outubro de 2004).

4. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE/DEGRADAÇÃO DO SOLO EM ECOSISTEMAS DE PASTAGENS NO ACRE

4.1. Seleção de Indicadores de Degradação de Pastagens para o Acre

A degradação de pastagens no Acre está centrada, basicamente, em três feições características: na degradação agrícola (infestação por plantas daninhas), na degradação biológica (degradação do solo) e na síndrome da morte do Capim-braquiarião (**Figura 3**). Estes tipos de degradação podem ocorrer de forma isolada ou de maneira simultânea, e sua intensidade depende das condições edafoclimáticas do local, da gramínea forrageira utilizada e do manejo adotado.

Evidentemente, a escolha de determinados indicadores de degradação nesses ecossistemas de pastagens dependerá das características morfofisiológicas da gramínea forrageira e das características intrínsecas de cada ambiente.

A síndrome da morte do Capim-braquiarião, por exemplo, seria resultante da baixa adaptabilidade do *B. brizantha* a condições de drenagem restrita do solo e degradação de propriedades físicas do solo.

Isto demonstra a importância do reconhecimento

de condições ambientais resultantes deste processo, em decorrência do favorecimento de condições de baixa aeração do solo (hipoxia, anoxia). Os ambientes de “solum” raso, de drenagem restrita, áreas de baixada e depressões do terreno, são áreas mais propensas à ocorrência da síndrome da morte do Capim-braquiarião.

Estas condições podem ser constatadas visualmente por intermédio da presença de cores esbranquiçadas e acinzentadas do solo e pontuações escuras (Mn^{2+}) (**Figura 4A**), ou através da aferição do potencial redox (PATRICK et al., 1996) e, ou a presença de ferro reduzido (Fe^{2+}) a campo (BATEY & CHILDS, 1982) e da ocorrência de rachaduras no solo (**Figura 5**).

Baseados nesses pressupostos e no que foi discutido até o presente, no **Quadro 4** são sugeridos indicadores descritivos e analíticos, para cada tipo de degradação associada a ecossistemas de pastagens no Acre.

O grande dilema na utilização desses indicadores refere-se a seus limites críticos (threshold values), ou seja, até que ponto um distúrbio no ecossistema pastagem passa a afetar, negativamente, a gramínea forrageira. A alternativa viável e mais plausível é a utilização de áreas de mata nativa, como referência ou dados extraídos da literatura ou da própria experiência de campo do pesquisador e do pecuarista.

4.2. Caminhos para Avaliação do Nível de Degradação de Pastagens no Acre

Nos tópicos a seguir, sugerem-se algumas alternativas viáveis, sob o ponto de vista técnico-teórico, de modo a mensurar os tipos mais recorrentes de degradação de pastagens no Acre, de acordo com alguns trabalhos e iniciativas sobre tal temática.

4.2.1. Avaliação Integrada da Degradação de Pastagens

A degradação de pastagens de *B. brizantha* de diferentes idades foi estimada na região Leste do Acre, para a profundidade de 0-20 cm da superfície, por meio do índice de deterioração do solo (IDS) (ARAÚJO et al., 2007b).

Os autores tomaram como base a metodologia preconizada por Islam & Weil (2000), ou seja, partiram do pressuposto de que as propriedades físicas e químicas iniciais dos solos, sob pastagem, foram as mesmas dos solos adjacentes, sob mata nativa. As diferenças entre as

propriedades dos solos sob pastagem, comparadas a das propriedades do solo sob vegetação nativa, foram calculadas e expressas como a percentagem da média dos valores individuais de cada propriedade. Essas percentagens foram agrupadas (em uma média geral), a fim de compor o índice de deterioração do solo (IDS) (**Quadro 5**).

O ecossistema de pastagem de *B. brizantha* de 20 anos foi o local, onde incidiu a maior degradação das propriedades físicas do solo (- 43,5 %), comparativamente aos ecossistemas de pastagem com 10 anos (- 23,18 %) (**Quadro 5**). Neste último, as condições químicas foram bastante alteradas, o que contribui para o incremento no seu IDS total. Quando se compara a pastagem de 20 anos em solos da sucessão 2, verifica-se que o IDS está próximo à linha-base da mata nativa de referência.

Estes índices demonstram que, durante o processo de conversão da floresta em ecossistemas de pastagem, ocorre expressiva degradação das propriedades físicas do solo.

Outra abordagem, que pode ser sugerida para o cálculo do índice de qualidade do solo/degradação de pastagens, é o preconizado por Karlen & Stott (1994) e que gerou alguns trabalhos no Brasil (CHAER, 2001; SOUZA et al., 2003).

4.2.2. Avaliação da Degradação Agrícola de Pastagens

Para avaliação da degradação agrícola das pastagens foi proposto como indicador o percentual existente entre a proporção de gramínea forrageira em relação à presença de plantas daninhas (SERRÃO & TOLEDO, 1990; DIAS-FILHO & ANDRADE, 2006). Nesses trabalhos, geralmente os níveis de degradação da pastagem foram enquadrados em quatro classes de condições ou níveis de degradação (**Quadro 6**).

Verifica-se que não existe consenso em relação aos intervalos referentes aos níveis de degradação, nem em relação ao percentual de plantas daninhas (**Quadro 6**). No entanto, observa-se que o nível de degradação de ecossistemas de pastagens é diretamente proporcional ao percentual de plantas daninhas.

Evidentemente, estes critérios merecem alguns ajustes de campo em função do tipo de gramínea forrageira e do ecossistema em estudo. No Acre, por exemplo, algumas pastagens são implantadas simultaneamente ao semeio de leguminosas, tais como a Puerária (*Pueraria phaseoloides*) e o Amendoim forrageiro

(*Arachis pintoi*) (**Figura 6**). Neste caso, na avaliação da cobertura vegetal, essas leguminosas podem ser confundidas com as plantas daninhas.

Em muitos casos, a Puerária, se não for bem manejada, pode adquirir status de invasora, por ser bastante agressiva e facilmente dominar a gramínea forrageira.

Vale ressaltar que estas avaliações têm caráter dinâmico, em razão da rapidez com que as plantas daninhas conseguem suprimir as gramíneas forrageiras. Este processo é dependente da frequência com que a limpeza da área é realizada e está relacionado também à idade da pastagem. Geralmente, pastagens mais novas tendem a ser colonizadas mais intensamente por plantas daninhas, em razão da presença de propágulos remanescentes da floresta nativa. No entanto, pode ocorrer a infestação de plantas daninhas em pastagens mais velhas devido ao manejo inadequado como, por exemplo, a infestação por Capim-navalha ou navalhão (*Paspalum virgatum*), Malva (*Urena lobata*), Capim-sapé (*Imperata brasiliensis*), Assa-peixe (*Vernonia* spp), Jurubeba (*Solanum crinitum*), Rinchão (*Stachytarphetta cayenensis*), Bredo (*Amaranthus* spp), Cambará (*Lantana camara*), e Língua-de-vaca (*Elophantopus molis*), entre outras.

O Capim navalhão, por exemplo, tem se destacado no Acre como uma das plantas daninhas mais agressivas, de difícil controle e que tem trazido prejuízos econômicos aos pecuaristas (ANDRADE & VALENTIM, 2007). Esse fato se deve a sua semelhança com as forrageiras desejáveis na pastagem, tornando seu controle extremamente difícil, devido à sua agressividade, adaptação a solos de drenagem restrita e semelhança morfológica, fisiológica e bioquímica com as gramíneas forrageiras, podendo qualquer medida contra ele, também afetar os outros capins da pastagem (DIAS-FILHO, 1990; ANDRADE & VALENTIM, 2007).

O controle desse capim no Estado tem sido realizado através do arranquio manual e substituição pelo Quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*), uma forrageira adaptada a solos de fertilidade natural baixa, fácil propagação, crescimento vigoroso e tolerante ao encharcamento do solo (**Figura 7**).

A infestação por plantas daninhas deve ser vista como conseqüência da falta de adaptação, vigor e competitividade das espécies forrageiras comumente utilizadas, bem como a falta de práticas de manejo apropriadas.

5. ALTERNATIVAS PARA A RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS

5.1. Opções Forrageiras para Síndrome da Morte do Capim-Braquiarião

As características da síndrome da morte do Capim-braquiarião sugerem que a solução para o problema está na substituição da gramínea por outras forrageiras, adaptadas ao encharcamento do solo e resistentes aos patógenos envolvidos na síndrome (ANDRADE & VALENTIM, 2006).

Atualmente, as opções de forrageiras, já testadas e validadas, para substituir o Capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) em áreas acometidas pela síndrome, são: Quicuío-da-amazônia (*B. humidicola*), Capim-tangola (*Brachiaria arrecta* x *Brachiaria mutica*), grama-estrela roxa (*Cynodon nlemfuensis*), *Panicum maximum* (cvs. Tanzânia e Mombaça), *Paspalum atratum* cv. Pojuca, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Pueraria phaseoloides* e *Arachis pintoi* cv. Belmonte (DIAS-FILHO, 2005b; ANDRADE & VALENTIM, 2007).

Quanto ao Capim-xaraés, embora os estudos indiquem adaptação superior aos demais genótipos de *B. brizantha* testados, ainda não é possível afirmar que não apresentará a síndrome quando plantado em solos de drenagem restrita. Esta é a razão pela qual seu plantio, nestas áreas, tem sido recomendado em mistura com, pelo menos, 20 % de *B. humidicola*, como medida de precaução (ANDRADE et al., 2003).

Recentemente, foi lançado no mercado o *B. brizantha* cv. Piatã, que possui maior tolerância ao alagamento do que a *B. brizantha* cv. Xaraés (VALLE et al., 2007), porém, seu uso em áreas acometidas pela síndrome ainda deve ser realizado com cautela.

5.2. Sistemas Alternativos de Uso da Terra

Para acelerar a recuperação de áreas de pastagens degradadas ou em processo de degradação, têm sido proposto práticas de utilização do solo consideradas sustentáveis, como os Sistemas Agroflorestais (SAF's) e o Sistema de Plantio Direto (SPD), que são mais estáveis sob o ponto de vista termodinâmico.

Os SAF's são formas de uso e manejo dos recursos naturais, nas quais espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) são utilizadas em consórcio com cultivos agrícolas e, ou com animais, em uma mesma área, de forma simultânea ou em uma seqüência temporal (NAIR, 1993). Estes sistemas conjugam aspectos de conservação do solo (controle da erosão, manutenção da matéria

orgânica, manutenção das propriedades físicas) e da fertilidade do solo (ciclagem de nutrientes) (YOUNG, 1997).

A adoção dos SAF's como alternativa ao convencional, baseado na agricultura itinerante e pastagens extensivas, tem como objetivo reduzir os impactos ambientais e socioeconômicos nos sistemas agrícolas e pecuários. Com relação aos impactos ambientais positivos esperados, destacam-se: redução da queima de biomassa vegetal; preservação ou melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; redução da ação dos processos erosivos; e a intensificação da ciclagem de nutrientes. Os seguintes impactos socioeconômicos positivos são esperados: maior diversificação de produtos; maior produção por unidade de área; melhoria na qualidade alimentar; e diminuição do êxodo rural.

Embora muitos desses sistemas se assemelhem à floresta nativa, existem poucas pesquisas, que subsidiem sua implantação e implementação por segmentos produtivos do Estado. Existe uma demanda por pesquisa em relação às espécies florestais madeireiras e não madeireiras adaptadas às condições de baixa aeração (em virtude do adensamento e encharcamento de algumas classes de solos do Acre), e pouca profundidade do solum, além das condições climáticas da região (temperaturas e umidade elevadas e precipitação pluviométrica em torno de 2.000 mm anuais).

Em geral, os SAF's são sistemas complexos (diferentemente do monocultivo) e exigem mão-de-obra durante quase o ano todo, considerando ser uma das vantagens que contribuem com a fixação do homem à terra. No estágio inicial, quando o sistema ainda está sendo implantado, podem ser cultivadas culturas temporárias como arroz, feijão e milho.

No Acre, a implantação de SAF's vem sendo difundida desde a década de oitenta por organizações governamentais, não-governamentais, cooperativas e sindicatos (MOREIRA, 2003; ARAÚJO et al., 2002; BARBOSA et al., 1994; FERRAZ et al., 1994; MMA, 2001).

Em áreas de pastagens, tem sido difundido o emprego de sistemas silvipastoris, ou seja, a utilização de espécies florestais com potencial madeireiro juntamente com a pastagem (FRANKE & FURTADO, 2001; OLIVEIRA et al., 2003).

A interação das árvores e pastagens traz alguns benefícios, tais como: o bem-estar animal, enriquecimento do solo e melhoria no valor nutritivo do pasto. Além disso, o incremento na renda com a comercialização de

produtos, obtidos das árvores proporciona melhoria ao ambiente e valorização da propriedade.

O Sistema de plantio direto (SPD) fundamenta-se na ausência de revolvimento do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas. Um aspecto positivo do SPD é a proteção do solo contra a erosão causada pelas chuvas. Esta proteção ocorre por que o plantio direto propicia as melhores condições para que a superfície do solo fique coberta pela palha da cultura anterior, evitando assim, o impacto direto da gota de chuva. As desvantagens do SPD estariam relacionadas ao uso de herbicidas para o controle de ervas daninhas, à necessidade de maquinário e de assistência técnica especializada e a limitação do seu uso em áreas com restrições de drenagem e áreas acidentadas.

Machado et al. (2005) citam algumas situações, em que o SPD poderia ser adotado no Acre: na renovação e recuperação de pastagens degradadas; nas áreas cultivadas com grãos; nas áreas de assentamento dos projetos de colonização e reforma agrária; e nos pólos agroflorestais.

Em ecossistemas pecuários, têm sido empregadas novas variedades de gramíneas forrageiras adaptadas, o consórcio de gramíneas com leguminosas e novas tecnologias, a fim de aumentar a produtividade e recuperar as áreas degradadas ou em processo de degradação.

Além disso, tem sido fomentado, pelo governo, o cultivo de algumas culturas, preferencialmente em sistema de consórcio, tais como: açaí, banana, café, cana-de-açúcar, cupuaçu, guaraná, pupunha e mandioca. Para estas culturas, durante a primeira fase do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), foram elaborados mapas de aptidão agrícola natural para o Acre, de forma a direcionar sua utilização em áreas de menor restrição edafoclimática (FRANKE et al., 2001 a, b e c; GONDIM et al., 2001 a, b; AMARAL et al., 2001; BERGO, et al., 2001; MOURA et al., 2001).

6.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Acre, a ocorrência de pastagens degradadas e capoeiras abandonadas, correspondem a aproximadamente 650 mil hectares, em diversos estádios de degradação. Um dos caminhos para a minimização deste problema seria o manejo racional das pastagens, a utilização de plantas forrageiras testadas e adaptadas às condições edafoclimáticas da região e a reincorporação, ao processo produtivo, de pastagens e

roçados degradados e/ou abandonados, evitando, assim, o desmatamento de novas áreas de floresta nativa.

Isso traria benefícios no médio e longo prazo, uma vez que os problemas ambientais relacionados aos impactos negativos, oriundos da emissão de gases de efeito estufa, já não constituem uma preocupação local, mas uma inquietação em termos de mudanças climáticas globais.

A integração de indicadores de qualidade de solo, com o intuito de gerar um índice quantitativo do nível de degradação da pastagem, pode subsidiar ações de uso, manejo e monitoramento da saúde desses ecossistemas ao longo do tempo. No entanto, há necessidade premente de estudos e pesquisas, no sentido de estabelecer limites críticos para as condições edafoclimáticas do Acre.

Alguns ecossistemas de pastagens no Acre necessitam de estudos mais profundos quanto à alteração de propriedades físicas, químicas e biológicas de forma a subsidiar ações de manejo e planejamento de sua ocupação. Os locais com poucos estudos nessa linha localizam-se na porção central do Estado e no extremo

oeste do território acreano.

Quando bem manejados, os ecossistemas de pastagem podem ter seu uso mais prolongado, além de contribuir com a estocagem de maiores quantidades de C no solo, quando comparado com solos utilizados com cultivos anuais. Vale salientar, no entanto, que as entradas de C no sistema não são suficientes para compensar as perdas de C, durante e após o processo de conversão de floresta em pastagem.

Há carência de estudos sobre exigências de luz, água e nutrientes das espécies a serem utilizadas em SAFs, assim como sobre as interações entre as espécies consorciadas nestes sistemas (competição das raízes por água e nutrientes e das copas por luz). A difusão de SAFs vem sendo realizada, praticamente, sem suporte científico.

E finalizando, deve-se ressaltar que qualquer modelo alternativo que busque a reincorporação de áreas degradadas ao processo produtivo deve levar em conta aspectos socioeconômicos e ecológicos inerentes à região.