
Degradação de pastagens: estudo de caso dos procedimentos de recuperação no Município de Atílio Vivácqua, ES

Priscila de Oliveira Nascimento, Silvia Aline Bérghamo Xavier, Marlon Alves Peçanha da Silva, Márcio Menegussi Menon, Maria Amélia Bonfante da Silva, Otacílio José Passos Rangel, Renato Ribeiro Passos, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c10>

Resumo

A intensificação no uso dos recursos naturais tem causado modificações na dinâmica do solo, com reflexos em sua densidade, estrutura, porosidade, teor de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes. As atividades pecuárias têm grande importância na economia nacional, gerando emprego e renda substanciais; no entanto, ocupam extensas áreas e, em grande parte, degradadas e, ou, em processo de degradação. Apesar do avanço tecnológico com forrageiras de alta produtividade, bem como insumos e práticas de manejo que aumentam a produção, a degradação dos solos de pastagens ainda é um problema, principalmente devido à redução do estoque de carbono no solo, que afeta economicamente o pecuarista e traz danos ao meio ambiente. O fato é que o manejo inadequado de pastagens resulta em extensas áreas de pastagem degradadas, comprometendo a sustentabilidade da produção animal. Os principais fatores são a superlotação e o superpastejo, que diminuem o vigor das plantas, além de causarem a compactação do solo. A recuperação de pastagens degradadas impede a abertura de novas áreas, aumenta o sequestro de carbono, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Nos dias atuais, além da lógica ambiental, as propriedades rurais necessitam ser sustentáveis do ponto de vista econômico e social. Deve atender aos preceitos do desenvolvimento sustentável e manter constante o crescimento, gerando empregos e renda para a população local, evitando o êxodo rural e a falta de alimentos. O presente trabalho traz informações quanto às principais causas da degradação de pastagens e técnicas de recuperação da fertilidade do solo, bem como apresenta um Estudo de Caso acerca do município de Atílio Vivácqua, ES.

Palavras-chave: Solo. Recuperação. Sistemas integrados. Manejo agroecológico. Produção.

1. Introdução

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de carne e possui um dos maiores rebanhos bovinos do mundo (MAMEDE et al., 2012). Com um rebanho de 218,2 milhões de cabeças, em 2020 bateu recorde em exportação de carne e de produção de leite (IBGE, 2020).

O sistema de manejo predominante é o extensivo; ou seja, a criação do gado se dá predominantemente a pasto. Esta característica importante da pecuária brasileira se constitui numa forma mais econômica de prática alimentar do rebanho: por isso, tem um dos menores custos de produção de carne no mundo (DIAS-FILHO, 2014).

Contudo, diversos impactos vêm surgindo a partir de práticas inadequadas desenvolvidas por essa atividade. O pisoteio animal pode compactar a superfície do solo, resultando no aumento de sua densidade (GOMES; SANTOS; GUARIZ, 2019). Assim, de acordo com Benazzi e Leite (2021), as pastagens quando mal planejadas e manejadas com práticas convencionais, trazem riscos ao meio ambiente, como o aumento do desmatamento, mudanças nos ciclos do carbono e da água, erosão, perda da biodiversidade terrestre, degradação do solo e, por consequência, declínio na produtividade pecuária, colocando em risco a segurança alimentar da população mundial.

Nos dias atuais, no Brasil, há cerca de 180 milhões de hectares com pastagens, dos quais 50% estão em avançado processo de degradação (BENDITO et al., 2017; SILVA et al., 2020; RODRIGUES; FERREIRA; CORDEIRO, 2021). Por ser desenvolvida predominantemente de forma extensiva, a degradação de pastagens tem sido um grande desafio para a pecuária brasileira, causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais, comprometendo a sustentabilidade da produção animal (SALOMÃO; BARBOSA; CORDEIRO, 2020).

Sabe-se que o solo é um recurso natural essencial para o funcionamento dos ecossistemas, sendo a qualidade do mesmo um atributo fundamental para o desenvolvimento das espécies que nele habitam, assim como para a manutenção sustentável das culturas e, conseqüentemente, para a garantia de alimentos para a população global (SILVA et al., 2021). Entretanto, comumente,

observam-se extensas áreas de solos expostos com indicativos de degradação: grande parte destas áreas corresponde a pastagens mal manejadas.

De acordo com Primavesi (2019), a qualidade do solo está relacionada à boa estrutura física, elevada porcentagem de nutrientes, diversidade de microrganismos e considerável teor de matéria orgânica do solo (MOS), que exerce importantes funções no sistema edáfico. Nessa esfera, a qualidade do solo é observada pela interação de seus atributos físicos, químicos e biológicos, sendo a MOS um componente de grande importância na dinâmica dos ecossistemas.

No entanto, historicamente, no Brasil, as áreas destinadas ao cultivo de pastagens são áreas marginais, de baixo potencial agrícola e de difícil acesso. Devido a esse fato, a atividade pecuária desenvolvida a pasto é pioneira em ocupação de terra, com ocupação de extensas áreas em face de seu baixo custo (DIAS-FILHO, 2014).

Estas características colaboraram para o baixo investimento em tecnologias no manejo de pastagens, como a exploração das pastagens de forma extrativista. Conseqüentemente, a ocorrência de grandes áreas de pastagens degradadas aumentou, juntamente com uma rotulação da pecuária desenvolvida a pasto como improdutivo e prejudicial ao meio ambiente (DIAS-FILHO, 2014; VILELA et al., 2017).

Estima-se que a área de pastagem em algum grau de degradação seja maior que 70% das áreas de pastagens cultivadas no país, sendo boa parte dela em estágios avançados de degradação (ZIMMER et al., 2012). Segundo a EMBRAPA (2014), o manejo convencional das atividades pecuárias tem deixado um reflexo de degradação muito extenso. Assim, com o aumento da degradação de pastagens, surge a necessidade de implantação de novas técnicas de recuperação do solo, alinhado à continuidade da atividade pecuária.

As práticas de manejo inadequadas das pastagens, tais como o superpastejo, a superlotação e a não reposição de nutrientes, causa drástica alteração nos atributos físicos do solo, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular das forrageiras. A compactação do solo diminui a sua porosidade, criando condições desfavoráveis à difusão de oxigênio, a drenagem da água pluvial na superfície, a redução da recarga dos aquíferos e a conseqüente redução do desenvolvimento das plantas: pode ocorrer o aumento

da resistência do solo ao crescimento radicular, tornando a planta mais susceptível a déficits hídricos e com limitada capacidade de absorver nutrientes em camadas subsuperficiais do solo (FERREIRA; FILHO; FERREIRA, 2010; BONFIM-SILVA et al., 2013; SOUZA, 2015; 2018).

O fato é que o modelo de desenvolvimento da sociedade moderna trouxe consigo uma série de processos e impactos ambientais: atualmente, tem-se buscado incansavelmente um modelo de desenvolvimento mais sustentável. No setor agropecuário não tem sido diferente. Nesse sentido, é extremamente importante identificar alguns fatores que limitam a sustentabilidade das unidades produtivas, principalmente daquelas que praticam estilos de agricultura sustentáveis e, ou, estejam interessados na busca por nichos de mercados diferenciados.

Em função da elevação crescente dos processos e impactos causados ao meio ambiente pelo setor do agronegócio, e para atender a nova ordem mundial relativa aos aspectos ambientais, surgiu o “Plano de Agricultura Sustentável” visando o aumento da área de florestas plantadas; a recuperação de pastagens em estado de degradação; o aumento dos sistemas integrados de produção integração Lavoura-Pecuária-Floresta e a fixação biológica de nitrogênio. Estima-se que para a implantação dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta sejam necessários 35 milhões de hectares até 2030 (RODRIGUES; FERREIRA; CORDEIRO, 2021).

Dessa forma, a recuperação das áreas degradadas de pastagens surge como grande potencial para aumentar a produtividade da atividade pecuária no país. Assim, como práticas conservacionistas de recuperação, têm-se terraços, APPs, barragens, barraginhas, consórcio com leguminosas, arborização, reposição dos nutrientes, entre outros.

Objetiva-se, neste estudo, apresentar técnicas conservacionistas de recuperação de pastagens e buscar estratégias para aumentar a produtividade da pecuária.

2. Sistema de criação

A pecuária desenvolvida a pasto é predominante no Brasil. As gramíneas forrageiras mais cultivadas são africanas e pertencem, em sua maioria, aos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon*. Nos anos da década de 1990, havia

o predomínio da *Brachiaria decumbens*; porém, na última década, esta gramínea foi intensamente substituída pela *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e pelas cultivares de *Panicum maximum*, Tanzânia e Mombaça. Tal fato se dá principalmente pela maior resistência à cigarrinha-das-pastagens e por proporcionar melhor desempenho animal (MACEDO; ARAÚJO, 2019).

O manejo indevido destas áreas de pastagens contribui para processos erosivos causando grande impacto sobre a paisagem. Com os animais criados a pastos, tem-se redução dos custos de produção: porém, gera superpastejo - isso intensifica os processos erosivos causando degradação ambiental (Figura 1).



Figura 1. Área de pastagem degradada no município de Atílio Vivácqua, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

O sistema extensivo é o regime alimentar exclusivo de pastagem. Conforme a Embrapa (2022), representa em torno de 80% dos sistemas produtivos de carne bovina brasileira, englobando as atividades de cria a engorda.

De acordo com os dados da “United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division” (2021), até 2050, a população global será de aproximadamente 9,6 bilhões de indivíduos. No ano de 2020, o Brasil se

posicionou como o segundo maior criador de bovinos no *ranking* mundial, considerado o maior rebanho comercial do mundo (EMBRAPA, 2022).

Com a grande expansão da atividade pecuária e lotação das pastagens, o desafio será alimentar o planeta e preservar os recursos naturais. Para atender um mercado consumista e exigente, a pressão sobre o uso das pastagens intensificou nos últimos anos (Figura 2).

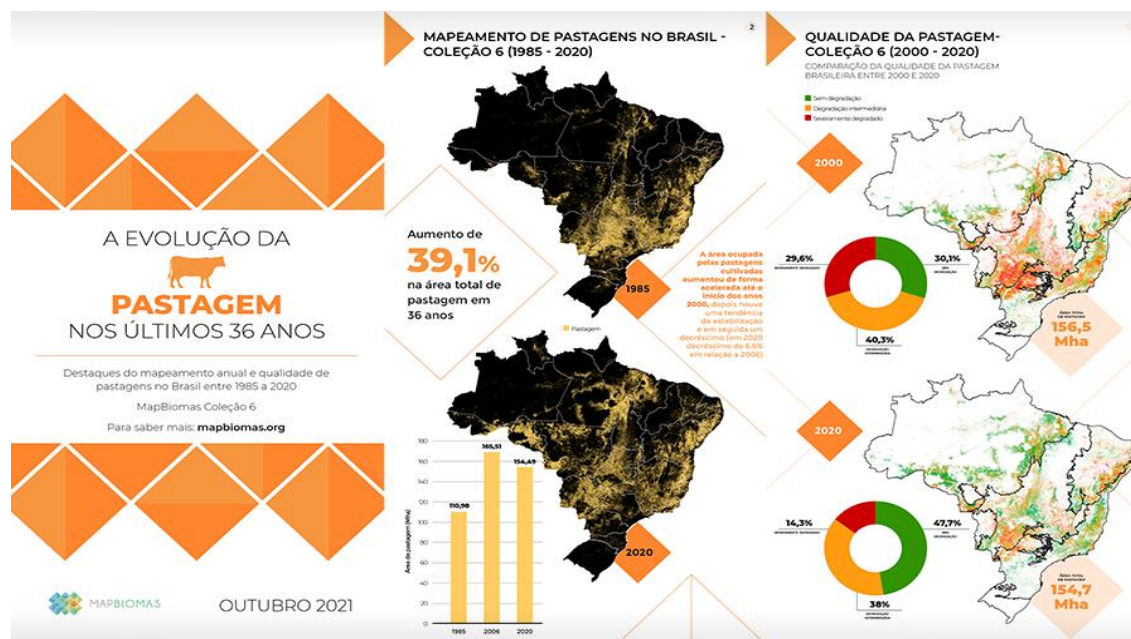


Figura 2. Análise das imagens de satélite entre 1985 e 2020 permite avaliar a qualidade das pastagens brasileiras e constatar uma queda nas áreas com sinais de degradação de 70% em 2000 para 53% em 2020. Fonte: Map Biomias (2021).

Fatores como os baixos investimentos e o excesso de lotação animal desencadeiam a degradação dos sistemas de pastagens. Este manejo incorreto traz como consequência baixas produtividades e tem tornado a pastagem extensiva insustentável, devido ao aumento do custo para recuperação da mesma, preço da terra e, em especial, exigências ambientais (ROSCOE, 2019).

3. Causas da degradação

De acordo com Dias-Filho (2014) não existem estatísticas oficiais que quantifiquem o montante das áreas de pastagens degradadas no Brasil, posto que definir o que seria uma pastagem degradada é bastante complexo.

Entretanto, alguns autores sugerem de 50 a 70% da área total, com algum índice de degradação.

As principais causas são as práticas de manejo do pasto inadequadas. Também, a ausência de adubações periódicas, as falhas no estabelecimento da pastagem, a escolha incorreta da forrageira; além dos problemas bióticos, como o ataque de insetos-praga e, mais recentemente, a síndrome da morte do capim-marandu, na região Norte (DIAS-FILHO, 2014).

Para Vilela et al. (2017), as causas mais importantes da degradação de pastagens são: a escolha incorreta da espécie ou cultivar forrageira para uma determinada situação de manejo; clima ou fertilidade do solo onde serão implantadas; a má formação inicial; a falta de adubação de manutenção; e o manejo inadequado da pastagem. Segundo Zimmer et al. (2012), as principais causas de degradação das pastagens no Brasil são: o excesso de lotação e a falta de reposição de nutrientes. Entretanto, os demais fatores também são relevantes e contribuem conjuntamente para a degradação.

A degradação das pastagens é um processo evolutivo que se inicia com a perda de produtividade e culmina na degradação do solo, com a perda da qualidade química, física e biológica do mesmo (ZIMMER et al., 2012; MACEDO; ARAÚJO, 2019). De acordo com Stefanoski et al. (2013), o uso do solo sob manejo convencional e pastagem sem manejo adequado, acarreta no aumento da densidade do solo (Ds) e, conseqüente, diminuição da porosidade total (Pt); enquanto em áreas não antropizadas, como é observado em solo de mata nativa, o incremento de MOS exerce efeito contrário.

Para Wendling et al. (2012), aportes de resíduos culturais e maior atividade biológica favorecem a formação e manutenção de poros com diâmetros maiores. Klein (2014) assegura que os altos teores de matéria orgânica encontrados no solo de mata nativa proporcionam menor dispersão de argila, visto que há relação positiva entre o grau de flocculação e os teores de MOS em função do efeito cimentante deste constituinte, que também afeta positivamente a agregação do solo.

A redução da produtividade da forragem somada à baixa qualidade, mesmo nas épocas favoráveis ao seu crescimento, indica que esta pastagem está em processo de degradação. Outras características são a diminuição na área coberta do solo pela pastagem e o pequeno número de plantas novas,

provenientes da ressemeadura natural, além do aparecimento de espécies invasoras, pragas e processos erosivos pela ação das chuvas (Figura 3) (VILELA et al., 2017).



Figura 3. Pastagem em avançado estágio de degradação com avanço de espécies invasoras. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

O manejo inadequado da pastagem com a superlotação e o superpastejo da forrageira prejudica a rebrota: o pastejo intenso, superior à capacidade de produção da forrageira, exaure suas reservas e aumenta o seu período de recuperação (VILELA et al., 2017; MACEDO; ARAÚJO, 2019).

Taxas de lotação que excedam a capacidade do pasto de se recuperar do pastejo e do pisoteio causam a compactação do solo, com mudanças na sua estrutura, acarretando o aumento da densidade do solo (Ds) e a redução da sua porosidade. As consequências desta alteração são o menor desenvolvimento do sistema radicular, devido à maior resistência à penetração; também, aumento de processos erosivos e menor capacidade de retenção de umidade (VILELA et al., 2017; ALMEIDA et al., 2021).

Distante prática, ainda comum e prejudicial ao solo, é a queimada em pastagens para eliminação de plantas daninhas. A prática do fogo causa a imediata perda de grande quantidade dos nutrientes contidos na biomassa vegetal pela volatilização, afetando os microrganismos do solo e eliminando

inimigos naturais das pragas que acometem as pastagens. O solo exposto fica mais suscetível a erosão e lixiviação de nutrientes (VILELA et al., 2017).

Dias-Filho (2014) diz que estas condições podem ser denominadas como “degradação agrícola” e “degradação biológica”. Na degradação agrícola, há um aumento na proporção de plantas daninhas na pastagem, diminuindo gradualmente a capacidade de suporte. Na degradação biológica, o solo perde a capacidade de sustentar a produção vegetal de maneira significativa, levando à substituição da pastagem por plantas pouco exigentes em fertilidade do solo, ou simplesmente ao aparecimento de áreas desprovidas de vegetação (solo descoberto) (DIAS-FILHO, 2014).

A baixa produtividade das áreas de pastagens degradadas representa um desperdício de recursos naturais e aumentam as emissões de gases de efeito estufa (GEE) nesses sistemas de produção. Assim, a recuperação destas áreas implica na diminuição destes gases (Figura 4) (BUNGENSTAB, 2012).



Figura 4. Área de pastagem degradada com baixa produtividade no município de Mimoso do Sul, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

O fato é que o pastejo animal tem potencial para compactar o solo em até duas vezes que em áreas não pastoreadas (DIAS; THOMAS, 2011) - os danos podem ser observados por mais de 10 anos após o abandono da pastagem

(FAO, 2015). Contudo, a adoção de sistemas de manejo agroecológicos (SMA), com o passar do tempo, a diversidade de ciclos e de espécies existentes, pode contribuir para a descompactação e melhorar a macroporosidade do solo, principalmente em superfície (DEBIASI et al., 2010).

Os casos mais simples de degradação podem ser resolvidos com manejo correto do pastejo e lotação animal adequado (SALOMÃO; BARBOSA; CORDEIRO, 2020). De acordo com Terra et al. (2019), a escolha da técnica de recuperação de pastagens mais adequada depende do estágio de degradação. Para esses mesmos autores, a recuperação ou renovação pode ser realizada de forma direta ou indireta:

a) métodos diretos: são utilizados quando as pastagens estão em grau inicial de degradação - as técnicas consistem na utilização de práticas mecânicas e químicas;

b) técnicas indiretas: podem ser utilizadas em pastagens com graus elevados de degradação - consistem em consorciar a pastagem com outras culturas, de modo a viabilizar economicamente a sua recuperação.

Há de se considerar que o solo é considerado a base produtiva dos ecossistemas, sendo que o uso de práticas conservacionistas do solo tem com o objetivo de maximizar a atividade biológica e o aporte de matéria orgânica para, então, manter a qualidade do solo ao longo dos anos (SOUZA, 2022). De acordo com Souza (2015), em casos mais específicos, podem ser necessárias práticas mais eficientes de melhoria das características físico-químicas do solo, como a descompactação, calagem e adubações de estabelecimento e manutenção, bem como práticas mecânicas nas áreas de pastagens.

De acordo com Bünemann et al. (2018), a qualidade do solo se refere à sua capacidade de funcionar dentro de um ecossistema natural ou manejado, a fim de garantir o bom crescimento de plantas e animais, que resultarão no aumento da produtividade agropecuária. Neste contexto, o manejo agroecológico do solo surge como uma forma mais sustentável de uso da terra, principalmente por seguir princípios ecológicos que buscam conservar os recursos naturais.

Esses princípios norteiam as estratégias de cada sistema de produção, sendo escolhidas por meio de um conjunto de práticas integradas de manejo do

solo, da planta e da água, considerando as características da propriedade, o objetivo do cultivo e o perfil do agricultor (HÖRBE; MINELLA; LONDERO, 2020).

Outros princípios também são observados quando se busca manter os recursos naturais por intermédio de práticas conservacionistas do solo. Dentre eles, destacam-se: fazer o uso do solo de acordo com a sua capacidade; preservar nascentes e cursos d'água; fazer o mínimo revolvimento do solo; manter a cobertura vegetal; entre outros. No município de Atílio Vivácqua, ES, práticas com essas características vêm sendo executadas!

4. Como recuperar? Estudo de Caso: município de Atílio Vivácqua, ES

O Estado do Espírito Santo possui 18,1% da sua área agrícola com pastagens degradadas, sendo o manejo inadequado o principal fator responsável (BURAK et al., 2021). Segundo Macedo e Araújo (2019), a degradação das pastagens é o fator mais importante, na atualidade, que compromete a sustentabilidade da produção animal, sendo um processo dinâmico de queda relativa da produtividade.

No entanto, a área degradada, seja por qual motivo for, poderá voltar a ser uma área coberta por vegetação: a recuperação não se dá de imediato, pois necessita de técnicas adequadas por intermédio da intervenção humana.

O Ministério do Meio Ambiente, por meio da Instrução Normativa nº 5/2009, define área degradada como uma área onde a vegetação, flora, fauna e, ou, solo foram total ou parcialmente destruídos, removidos e expulsos, tendo alterados sua capacidade produtiva e qualitativa (MMA, 2009).

Outros autores, tais com Carpanezzi et al. (1990); IBAMA (1990); e Souza (2004; 2018), definem área degradada ou ecossistema degradado, como aquele que, após distúrbio, teve: a) eliminados juntamente com a vegetação nativa, os seus meios de regeneração biótica como banco de sementes, banco de plântulas, chuva de sementes e órgãos ou partes que possibilitem a rebrota, inclusive com a perda da camada fértil do solo; b) a fauna destruída, removida ou expulsa; e c) a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico alterados.

Para o IBAMA (2011), de forma simplificada e objetiva, área degradada é um local que sofreu alterações, não tendo mais condições de se recuperar sozinha. Nesse sentido, surgem as técnicas de recuperação para as áreas que

sofreram algum tipo de degradação: a análise de solo é fundamental para a identificação desse nível de degradação.

As práticas conservacionistas objetivam minimizar os processos erosivos, permitindo que haja manutenção da cobertura de solo e criação de terraços (WADT, 2003). Sendo que em sistemas de pastagens o consórcio de leguminosas, gramíneas melhora a qualidade da forragem dos pastos possibilitando melhor nutrição aos animais. Adoção de forrageiras que sejam resistentes a doenças, melhora a qualidade de a disposição alimentar.

A falta de manejo implica na presença de pragas e doenças sobre as pastagens e os próprios animais, logo técnicas seguras e o uso de produtos adequados são necessários. Nos sistemas de ILPF, recomenda-se a utilização das gramíneas de ciclo anual, tais como: milho, aveia e sorgo (SVERSUTTI; YADA, 2019). O manejo da área é importante, para que as forrageiras possam conseguir sobreviver à intensificação do pisoteio e consumo por parte dos animais.

A escolha da gramínea a ser introduzida, bem como as espécies que compõem o sistema ILPF, é de extrema importância, posto que a influência do sistema radicular é perceptível em diversos sistemas: é capaz de formar agregados, aumentar porosidade, descompactar e diminuir a densidade do solo. De acordo com Klein (2014), solos bem estruturados, ricos em MOS afetam diretamente a formação e estabilidade dos agregados, facilitando a movimentação de água e o crescimento de raízes, além de diminuir a dispersão de argila e o risco de erosão.

As pastagens demandam por um manejo correto, pois isso implica na qualidade direta do animal que ali se encontra. Nesse sentido, surgem as práticas conservacionistas, que irão permitir que esse manejo seja proporcionado a pastagem, trazendo bem-estar aos animais e qualidade ambiental, pois haverá equilíbrio.

De acordo com Terra et al. (2019), práticas agropecuárias intensivas têm ocasionado alterações nas características e na qualidade do solo, surgindo a necessidade de adoção de técnicas de manejo sustentáveis. Por outro lado, de acordo com Macedo e Araújo (2019), resultados observados em diversas pesquisas para porosidade total e macroporosidade indicam que os sistemas de

manejo agroecológicos, independente do tempo de implantação, condicionaram melhorias na qualidade física do solo.

São exemplos de práticas conservacionistas: terraços, APP, barragens, barraginhas, cochinhos, consórcio com leguminosas, arborização, reposição dos nutrientes. As técnicas a serem implementadas dentro da propriedade, dependem da escolha correta do lugar, pois no caso das barraginhas devem-se evitar as encostas de serras e grotas (BARROS, 2015).

Na Figura 5 é possível verificar a construção de barraginhas em sequência, em área de pastagem em estágio intermediário de degradação ambiental.



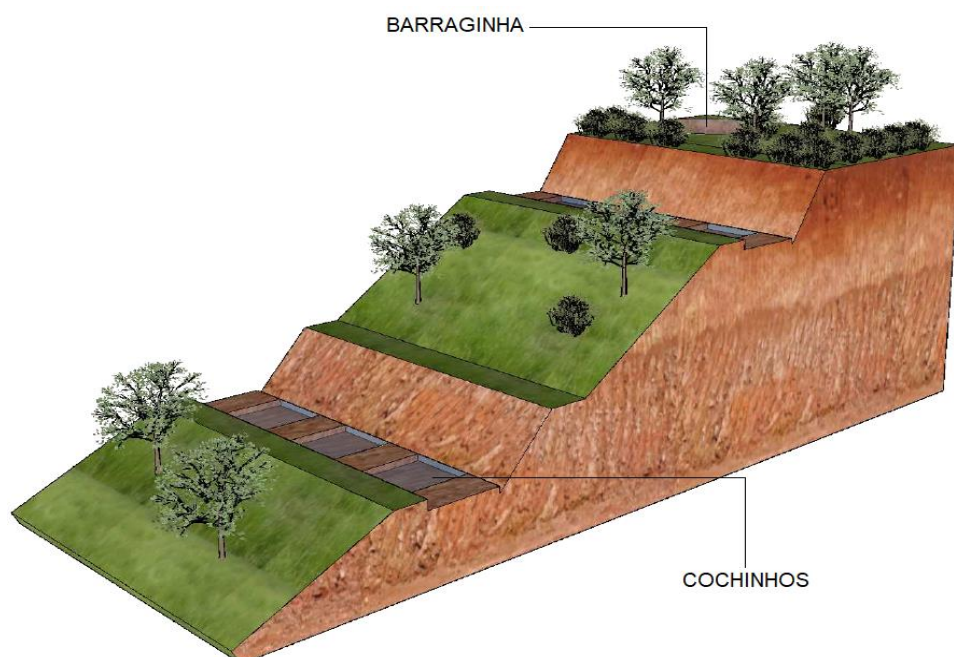
Figura 5. Barraginhas em sequência em área de pastagem - Atílio Vivácqua, ES.
Fonte: Acervo Marlon Peçanha (2020).

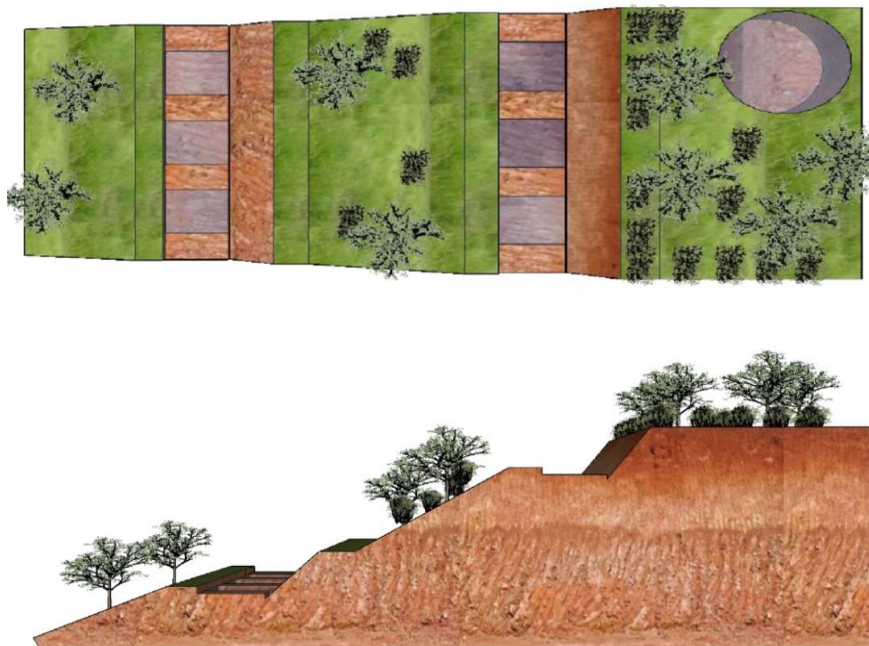
Geralmente, em recuperação de pastagens, há integração de barraginhas seguidas de cochinhos, que são cortes horizontais que minimizam as correntezas que as chuvas causam, evitando erosão (Figura 6). As vantagens desta conexão são inúmeras, posto que reduzem a erosão e o assoreamento e amenizam os picos de cheias que provocam as enchentes. Ao “colher” a água da chuva, elas proporcionam condições para que a água nelas represada se infiltre no solo, percolano e atingindo o lençol freático.



Figura 6. Cochinho em área de pastagens - Atílio Vivacqua, ES. Fonte: Acervo Marlon Peçanha (2020).

Depois que a água se infiltra por completo, o lençol freático tem o seu volume aumentado, favorecendo inclusive o solo ao seu redor, aumentando a produtividade e melhorando a sua fertilidade, umedecendo as baixadas, proporcionando uma pecuária mais sustentável (BARROS; RIBEIRO, 2009). Para que fique nítida a integração das barraginhas e cochinhos, as Figuras 7 e 8 exemplificam.





Figuras 7 e 8. Croqui da integração de barraginha e cochinhos executadas em áreas de pastagens - Atílio Vivácqua/ES. Fonte: Machado et al., 2022.

O comportamento mecânico do solo, entre outros fatores, pode ser influenciado pela sua umidade, que varia amplamente em função do sistema de manejo, tipo de vegetação, precipitação e época do ano. De acordo com Molina Junior (2017) e Adams et al. (2018), solos com maiores umidades tendem a apresentar menor resistência a penetração do que solos mais secos. Ou seja, ocorrerá menor perda de água por escoamento superficial, com redução das perdas de solo por erosão e menor assoreamento dos corpos hídricos, em função da maior facilidade de infiltração da água no solo (Figura 9).

A resistência do solo à penetração (RP) é um dos atributos físicos mais utilizados como indicativos de compactação do solo. De acordo com Valadão et al. (2015), a compactação do solo é caracterizada pelo aumento de sua densidade e pelos elevados valores de RP, que promovem redução na distribuição e no tamanho de poros e prejudicam a infiltração de água, difusão dos gases e disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Neste século, um dos maiores desafios é a busca pelo desenvolvimento sustentável com benefícios imediatos às questões sociais, em contraponto ao mero crescimento econômico. No meio ambiente existem recursos renováveis e não renováveis: de acordo com a sua utilização, podem ser extintos da natureza

ou degradados. Nesse sentido, é bastante importante se observar a grandiosidade e complexidade da palavra desenvolvimento.



Figura 9. Barraginhas e cochinchos em consórcio implementados e exercendo sua função em área de pastagens - Atílio Vivácqua/ES. Fonte: Acervo Marlon Peçanha (2020).

Dentre vários significados, destacam-se evolução e crescimento: daí a dificuldade enfrentada pelos meios científicos e tecnológicos em saber dosar ou equilibrar os fatores que influenciam principalmente na defesa da vida, numa perspectiva planetária, utilizando os recursos sem comprometer sua disponibilidade para as gerações futuras (ETCHEZAR; BIORCHI, 2018).

5. Considerações finais

A degradação de pastagens é resultante do manejo inadequado e das ações antrópicas que afetam os fatores abióticos e bióticos do solo, produzindo alterações em sua estrutura, que podem levar a reduções drásticas na produção, comprometendo a produtividade e a qualidade da pastagem. É um problema que atinge todo o país, tendo como consequência a redução da produção em quantidade e a perda de qualidade.

Assim, o uso de técnicas para a recuperação de pastagens é fundamental para aumentar o aproveitamento da área, recuperar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e viabilizar a produção de proteína animal, devido ao aumento da capacidade de suporte da pastagem.

Técnicas conservacionistas são capazes de manter a produção e fomentar a sustentabilidade das pastagens. É possível produzir, conservar, preservar e manter a produção sustentável. As técnicas conservacionistas e agroecológicas são mecanismos que possibilitam a recuperação de áreas degradadas, promovendo o equilíbrio ambiental alinhado à sustentabilidade. Há de se considerar que a recuperação destas áreas impede novos desmatamentos, conservando, e, ou, preservando a fauna e a flora, tornando possível o aumento da produção sem a expansão de novas áreas de pastagem.

Considerando que a agropecuária brasileira possui diversos sistemas de produção, regiões com relevos distintos, tamanho variado de propriedades e diferentes tecnologias adotadas, é fundamental ter padrões e informações tecnológicas que se adaptem às várias condições, testadas e aprovadas em campo e resguardados pela pesquisa. O uso de tecnologias adequadas torna a atividade competitiva e sustentável, além de garantir a oferta de produtos de qualidade aos consumidores e, como consequência, a geração de melhores condições de vida para os produtores rurais.

Técnicas como os cochinhos e as barraginhas contribuem com a estabilização das bacias hidrográficas, diminuindo a velocidade de escoamento da água superficial, favorecendo a sua infiltração no solo, conseqüentemente abastecendo os lençóis freáticos. Diminuem os custos com recuperação de matas ciliares, fragmentos florestais e são altamente adaptáveis por pequenos produtores e populações tradicionais.

Considerando que a pecuária exerce um papel de significativa importância para a economia brasileira, faz-se necessário que a intensificação na produção em regime de pastagem seja baseada pelo uso eficiente dos recursos ambientais e financeiros.

Há de se considerar como agravante os efeitos das mudanças climáticas, que vem afetando o ciclo hidrológico e o regime hídrico, bem como a necessidade premente do desenvolvimento econômico e social dos produtores rurais. Particularmente, as pequenas propriedades da agricultura familiar,

fundamental para a geração de negócios agropecuários e para o desenvolvimento regional. Para a sustentabilidade dessas propriedades, é fundamental desenvolver as pastagens em solo com boas condições físicas e estruturais.

Solo como boa condição de arejamento para melhor desenvolvimento do sistema radicular, preparar o solo usando a subsolagem em solos compactados, proceder a correção do solo, adubação completa e balanceada em nutrientes e, se possível, usar um processo ou técnica de aplicação ou incorporação de matéria orgânica, bem como o uso de cultivares mais produtivas e resistentes, assim como o uso de práticas conservacionistas das barraginhas e cochinhos, são estratégias para o aumento da produtividade de forma economicamente sustentável e ecologicamente equilibrada.

6. Referências bibliográficas

ADAMS, T.; BRYE, K. R.; PURCELL, L.; ROSS, W. J.; GBUR, E. E.; SAVIN, M. Soil property differences among high-and average-yielding soya bean areas in Arkansas, USA. **Soil Use and Management**, v. 34, p. 72-84, 2018.

ALMEIDA, M. de S. Soil compaction and the effects on initial corn growth. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 2, n. 19, p. 95-100, set. 2021.

BARROS, L. C. de. **Apresentação do projeto barraginhas**. Embrapa milho e sorgo. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1035770/apresentacao-do-projeto-barraginha>. Acesso em: 12 dez. 2022.

BARROS, L. C.; RIBEIRO, P. E. A. **Barraginhas: água de chuva para todos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 49p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128246/1/ABC-Barraginhas-agua-de-chuva-para-todos-ed01-2009.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2023.

BENAZZI, E.; LEITE, L. F. C. Retrospectiva, caracterização e conservação do solo na região Nordeste do Brasil. In: SOUZA, H. A.; LEITE, L. F.; MEDEIROS, J. C. (ed.). **Solos sustentáveis para a agricultura no Nordeste**. Brasília: EMBRAPA, 2021. parte I, p. 25-54.

BENDITO, B. C.; SOUZA, P. A. de; PEREIRA, M. A.; GONÇALVES, D. S. Diagnóstico ambiental e proposição de uso de SAF para área de pastagem degradada. **Geoambiente On-Line**, v. 29, p. 148-163, 2017.

BONFIM-SILVA, E. M; ANICÉSIO, E. C. A; SILVA, T. J. A. Características morfológicas de cultivares de trigo submetidas à compactação do solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 559-569, 2013.

BÜNEMANN, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. E.; DEYN, G. de; GOED, R. de; FLESKENS, L.; GEISEN, V.; KUYPER, P. M.; PULLEMAN, M.; SUKKEKEL, W.; GROENIGEN, J. W. V.; BRUSSAARD, L. Soil quality - a critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 120, p. 105-125, 2018.

BUNGENSTAB, D. J. A posição estratégica dos sistemas de integração no contexto da agropecuária e do meio ambiente. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. Cap. 16. p. 217-226.

BURAK, D. L.; MENDONÇA, E. S.; PEÇANHA, A. L.; VALENTIM, S. B.; PRAÇA, N. M. P.; JÚNIOR, J. L. F.; THIENGO, C. C.; OLIVEIRA, D. M.; ROCHA, L. O.; OLIVARES, F. L. Insumos biológicos na recuperação de pastagens degradadas da região sul do Estado do Espírito Santo. **Sistemas integrados de produção: pesquisa e desenvolvimento de tecnologias**. 1.ed., vol. 1, p. 304-326, 2021.

CARPANEZZI, A. A. et al. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: observação em laboratórios naturais. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6., 1990. Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p. 216-221

DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O.; KAMIMURA, A. M. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 603-612, 2010.

DIAS, W. A.; THOMAS, E. L. Avaliação dos efeitos do pastoreio sobre a erosão em margens de canal fluvial em Sistema de faxinal. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 23-35, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p.

EMBRAPA. **Diagnóstico estratégico da cadeia produtiva da carne bovina para o estado de Goiás**. Embrapa Gado de Corte Campo Grande, MS. 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1148845/1/diagnostico-estrategico-cadeia-2022.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2022.

ETCHEZAR, J. W. M.; BIORCHI, B. C. Desenvolvimento sustentável: uma análise da perspectiva de garantia para gerações futuras. **Revista Digital Constituição e Garantias de Direito**, v. 11, n. 1, p. 142-146, 2018.

FAO - Food and agriculture organization of the united nations. Intergovernmental technical panel on soils. **Status on the World's Soil Resources: Main Report**. Roma, Itália, 2015. 650 p. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>. Acesso em: 15 jan. 2023.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and Challenges**, 243 p. 2014. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3720e/i3720e.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2022.

FERREIRA, R. R. M.; FILHO, J. T.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.

GOMES, F. S. de; SANTOS, R. A. dos.; GUARIZ, H. R. Levantamento de propriedades de densidade aparente, densidade de partículas e porosidade total em Latossolos Amarelo. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 12, p. 79, 2019.

HÖRBE, T. de A. N.; MINELLA, J. P. G.; LONDERO, A. L. Manejo da água e erosão do solo. In: BONETTI, J. de A.; FINK, J. R. (org.). **Manejo e conservação da água e do solo**. Lavras: UFLA, 2020. 151p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro. v. 48, p.1-12, 2020. ISSN 0101-4234.

KLEIN, V. A. **Física do Solo**. 3ª ed. Passo Fundo: UPF, 2014, 263 p.

MACEDO, M. C. M; ARAÚJO, A. R. **ILPF**: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília: Embrapa. p 296-317, 2019. 835 p.

MACHADO, P. P.; CONTARINI, L. da C.; ROCHA, L. S.; FERREIRA JUNIOR, J. L. L.; MILANEZE, L. A.; SILVA, M. A. P. da; MARTINS, L. D. Métodos teórico-prático de conservação de solo e regulação do escoamento superficial em regiões de transição de altitude/Theoretic-practical methods of soil conservation and the regulation of superficial runoff in regions of altitudinal transition. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, p. 21712-21730, 2022.

MAMEDE, R. R.; BUNGENSTAB, D.; BISCOLA, P.; CARROMEU, C.; SERRA, A. Empreendedorismo para a sustentabilidade em sistemas de integração lavoura-pecuária- floresta. In: BUNGENSTAB, D. J. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável. 2. ed. Brasília: Embrapa, cap. 3., p. 19-25, 2012.

MOLINA JUNIOR, W. F. **Comportamento mecânico do solo em operações agrícolas**. Piracicaba: ESALQ, 2017. 223 p.

PRIMAVESI, A. M. Agricultura ecológica. **Revista Attalea Agronegócios**, n. 148, p. 60-61, 2019.

PROJETO MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Coleção 7. Disponível em: <https://mapbiomas.org/pastagens-brasileiras-ocupam-area-equivalente-a-todo-o-estado-do-amazonas#2020>. Acesso em: 13 dez. 2022.

RODRIGUES, R. de A. R.; FERREIRA, I. G. M.; CORDEIRO, F. R. Carbon market potential in crop-livestock-forest integration systems. In: World congress on integrated crop-livestock-forestry systems, 2., 2021. WCCLF 2021. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 933-937. WCCLF 2021. Evento online. Disponível

em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23091_6/1/Carbonmarket-potential-in-crop-livestock-forest-integration-systems-2021.pdf. Acesso em: 07 mar. 2022.

ROSCOE, R. Sistemas de integração lavoura-pecuária- floresta e o sistema de inovação na agricultura brasileira. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, 2019. Cap. 4., p. 71-82.

SALOMÃO, P. E. A.; BARBOSA, L. C.; CORDEIRO, I. J. M. Recuperação de áreas degradadas por pastagem: uma breve revisão. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 1-16, 2020.

SILVA, A. de A.; FILHO, A. L. S.; KAZAMA, D. C. da S.; LOSS, A.; SOUZA, M.; PICCOLO, M. de C. Estoques de carbono e nitrogênio no sistema silvipastoril com núcleos: a nucleação aplicada viabilizando a pecuária de baixo carbono. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 10, p. 1-30, 2020.

SILVA, M. O.; SANTOS, M. P.; SOUSA, A. C. P.; SILVA, R. L. V.; MOURA, I. A. A.; SILVA, R.S; COSTA, K.D.S. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 6853-6875, 2021.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022. 304 p. ISBN: 978-65-84548-10-7. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7>.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental**. Novas Edições Acadêmicas/SIA OmniScriptum Publishing: Brivibas gatve 197, LV1039, Riga, Letônia, União Europeia, 2018. 364 p.

SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 371p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais**. Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015. 376 p.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1301-1309, 2013.

SVERSUTTI, P. E.; YADA, M. M. **Criação extensiva de bovinos de corte**. 2019.

TERRA, A. B. C.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V. de; SILVA, N. C. D. e. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, [S. L.], v. 42, n. 2, p. 305-313, 2019.

VALADÃO, F. C.; WEBER, O. L. S. A.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; SCAPINELLI, A.; DEINA, F. R.; BIANCHINI, A. adubação fosfatada e compactação do solo: sistema

radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 243-255, 2015.

VILELA, W. T. C; MINIGHIN, D. C; GONÇALVES, L. C; VILLANOVA, D. F. Q; MAURICIO, R. M; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **PUBVET: Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v. 11, n. 10, p. 1036-1045, 2017.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. 2003.

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I. C.; OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 256-265, 2012.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. de. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa, 2012. 42 p.